

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХНВ

_____ Я. М. Корнієнко
(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

за напрямом підготовки: 13 – Машинобудування

спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва етилового спирту

Виконав студент IV курсу, групи ЛН-51

Стеблецький Ілля Миколайович

Керівник проекту

канд. техн. наук, доцент І. А. Андреев

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти:

з охорони праці

канд. техн. наук, доцент І. М. Ковтун

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент:

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ І. М. Стеблецький

Київ – 2019

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Освітній ступінь: бакалавр

Напрямок підготовки: 13 – Машинобудування

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я. М. Корнієнко

“__” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Стеблецький Ілля Миколайович

1. Тема проекту: Модернізація ректифікаційної колони виробництва етилового спирту.

Керівник проекту кандидат технічних наук, доцент Андреєв І. А.

Затверджена наказом по університету від “__” _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту: 1 червня 2019р.

3. Вихідні дані до проекту: суміш етанол-вода, концентрація початкової суміші етанолу по об’єму 35%; продуктивність по суміші – 1.61 кг/с; температура сумішіна вході в колону – 356,75 K; для підігрівання суміші використовувати водяну пару, концентрація кінцевої суміші етанолу по об’єму 96%.

4. Зміст пояснювальної записки: а) основна частина: розглянути існуючі конструкції теплообмінників, обґрунтувати вибір конструкції апарата; проаналізувати обрану

конструкцію в порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, конструктивний та гідравлічний, розрахунки на міцність і надійність елементів конструкції апарату; виконати складальне креслення теплообмінника та його основних складальних одиниць і деталей; розробити рекомендації щодо монтажу та експлуатації ректифікаційної колони ; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки;

б) охорона праці: провести аналіз відповідності апарата до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарата;

в) рекомендації щодо монтажу та експлуатації: надати рекомендації щодо монтажу та експлуатації ректифікаційної колони ;

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов’язкових

креслеників, плакатів, презентацій тощо): принципова схема установки – А1, кресленик складальний: ректифікаційної колони – А0, царга –А2 , опора – А2, ілюстрація до технічної ідеї патенту – А2.

6. Консультанти розділів проекту:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Ковтун І. М. | | |
| Економіка | Гайдай С. С. | | |

6. Дата видачі завдання: 15 квітня 2019 р.

Студент

_____І. М. Стеблецький
(підпис)

Керівник дипломного проекту

_____І. А. Андреев
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання | Терміни виконання | Позначки керівника про виконання завдань |
|-------|--|-------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності проекту. | 18.09.18 | |
| 2 | Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів). | 01.11.18 | |
| 3 | Оформлення та подання заявки на корисну модель | 16.11.18 | |
| 4 | Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції абсорбера. Технічна характеристика установки, апарату. Добір матеріалів. | 12.12.18 | |
| 5 | Параметричний розрахунок: визначення основних розмірів апарату. Розрахунок гідравлічного опору ректифікаційної колони | 13.03.19 | |
| 6 | Розробка складальних креслень апарату і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату | 20.03.19 | |
| 7 | Розрахунки на міцність. Розробка алгоритмів та програм розрахунку. | 15.04.19 | |
| 8 | Уточнення графічної частини проекту та специфікацій | 5.04.19 | |
| 9 | Обґрунтування економічної доцільності модернізації | 3.05.19 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|--|----------|---|
| 10 | Розробка вимог до апарата з питань охорони праці | 19.05.19 | |
| 11 | Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань | 25.05.19 | |
| 12 | Попередній захист проекту | 01.05.19 | |
| 13 | Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту | 05.06.19 | |

Студент _____ І. М. Стеблецький
(підпис)

Керівник дипломного проекту _____ І. А. Андрев
(підпис)

РЕФЕРАТ

УДК 066.233

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” на тему:
” Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва етилового спирту. Комплексний.”/ КПП ім. Ігоря Сікорського. Керівник Андреев І.А. – К., КПП ім. Ігоря Сікорського 2019.- 112с. іл.. - Викон. Стеблецький І. М. –
Бібліогр.: с. 2.

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань з 16 найменувань. Загальний обсяг записки становить 171 сторінок основного тексту, 21 рисуноків, 11 таблиць.

Мета проекту - проектування ректифікаційної колони для поділу суміші етанол-вода. Спроектована ректифікаційна колона дозволить виробляти 96% етанолу.

Записка містить опис технологічного процесу, вибір типу ректифікаційної колони, і її місце в технологічній схемі, технічну характеристику апарата, порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами, патентне дослідження конструкції, наведено заходи, щодо охорони праці, проведено розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції. Наведено рекомендації з монтажу та експлуатації. Проведено модернізацію установки та визначено очікувані техніко-економічні показники. Внаслідок модернізації, Внаслідок модернізації, з'явиться можливість виробляти етилового спирту з меншими економічними витратами з більш дешевої сировини картопляного крохмалю. Визначені також рівень стандартизації та уніфікації.

ЕТАНОЛ,РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА,КРОХМАЛ.

Реферат

УДК 066.211

Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня "бакалавр" на тему: " Модернизация ректификационной колонны установки Производства этилового спирту. Комплексный. "/ КПИ им. Игоря Сикорского . Руководитель Андреев.И. А., КПИ им. Игоря Сикорского 2019.- 150с. ил .. - Исп. Стеблецкий И. Н. - Библиогр .: с. 95.

Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка ссылок с 17 наименований. Общий объем записки составляет 171 страниц основного текста, 17 рисунков, 7 таблиц.

Цель проекта - проектирование ректификационной колонны для разделения смеси этанол-вода Спроектированная ректификационная колонна позволит производить 96% этанол .

Записка содержит описание технологического процесса, выбор типа ректификационной колонны, и ее место в технологической схеме, техническую характеристику аппарата, сравнение основных показателей разработанной конструкции с аналогами, патентное исследование конструкции, приведены мероприятия по охране труда, проведены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции. Приведены рекомендации по монтажу и эксплуатации. Проведена модернизация установки и определены ожидаемые технико-экономические показатели. Вследствие модернизации, появится возможность производить этанол с меньшими экономическими затратами. Определены также уровень стандартизации и унификации.

ЭТАНОЛ, РЕКТИФИКАЦИОННАЯ, КОЛОНА.

ABSTRACT

UDC 066.233

The graduation project of educational qualification level "bachelor" on the topic: "Modernization of the distillation columns of the installation of ethyl alcohol production. Complex." / KPI them. Igor Sikorsky. Head Andreev. And. - G., KPI them. Igor Sikorsky 2019.-112s. silt .. - Developed. Stebletsky I. N. -

Bibliography: p. 2

The explanatory note consists of an introduction, eight chapters, conclusion and a list of links with 16 titles. The total volume of the note is 112 pages of the main text, 21 figures, 11 tables.

The aim of the project is to design a distillation column for the separation of the ethanol-water mixture. Designed distillation column will produce 96% ethanol.

The note contains a description of the technological process, the choice of the type of distillation column, and its place in the technological scheme, the technical characteristics of the apparatus, a comparison of the main indicators of the developed design with analogues, a patent study of the structure, labor protection measures, calculations confirming the performance and reliability of the design.

The recommendations for installation and operation. The installation was upgraded and the expected technical and economic indicators were determined. Due to modernization, it will be possible to produce at lower economic costs. The level of standardization and unification is also determined.

ETANOL, RECTIFICATION COLON.

Зміст

| | |
|--|----|
| Перелік скорочень, умовних позначень та термінів | 12 |
| Вступ..... | 13 |
| 1 Призначення та область застосування апарата..... | 14 |
| 1.1 Опис технологічного процесу | 14 |
| 1.2 Вибір типу ректифікаційної колони і його місце в технологічній схемі | 15 |
| 2 Технічна характеристика ректифікаційної колони | 16 |
| 3 Опис та обґрунтування конструкції апарата..... | 17 |
| 3.1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей..... | 17 |
| 3.2 Вибір матеріалів | 18 |
| 3.3 Порівняння основних показників обраної конструкції з аналогами | 20 |
| 3.4 Патентний огляд конструкції апарата | 20 |
| 4 Охорона праці..... | 26 |
| 5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарата..... | 31 |
| 5.1 Параметричний розрахунок..... | 31 |
| 5.2 Конструктивний розрахунок тарілки | 39 |
| 5.3 Тепловий розрахунок ректифікаційної колони | 42 |
| 5.4 Теплова ізоляція ректифікаційної колони..... | 43 |
| 5.5 Гідравлічний розрахунок ректифікаційної колони | 45 |
| 5.6 Розрахунок еліптичного днища | 47 |
| 5.7 Розрахунок штуцерів | 49 |
| 5.8 Визначення вітрового навантаження на колонний апарат..... | 52 |
| 5.9 Вибір опори..... | 63 |
| 6 Рекомендації з монтажу і експлуатації | 66 |
| 7 Рівень стандартизації та уніфікації | 68 |

| | | | | | | | | | |
|----------|------|-------------|--------|------|---|------|--------|--|--|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | | | | |
| Зм. | Лист | № док-м. | Підпис | Дата | | | | | |
| Розроб. | | Стедлецький | | | Модернізація ректиф.колони установки виробництва етилового спирту | | | | |
| Перев. | | Андрєєв | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Н.Контр. | | Степанюк | | | | | | | |
| Затв. | | | | | | | | | |
| | | | | | Літ. | Лист | Листів | | |
| | | | | | | 10 | 96 | | |
| | | | | | КПІ ім. Ігоря Сікорського”, ІХФ, МАХНВ | | | | |

| | | |
|-----|--|-----|
| 8 | Техніко-економічне обґрунтування модернізації..... | 69 |
| 8.1 | Техніко-економічне обґрунтування доцільності вдосконалення..... | 69 |
| 8.2 | Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по вдосконаленню ректифікаційної колони | 69 |
| | Висновки..... | 73 |
| | Выводы | 74 |
| | Conclusions..... | 76 |
| | Перелік посилань | 77 |
| | Додаток А Документація до патентного дослідження..... | 79 |
| | Додаток Б Програмний розрахунок товщини еліптичного днища під дією внутрішнього тиску..... | 84 |
| | Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні | 88 |
| | Додаток Г Публікації автора | 102 |

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

G – продуктивність, кг/с;

V – об’ємна витрата, м³/с;

P – тиск, МПа;

F – площа поверхні, м²;

t – температура, К;

r – термічний опір, м²·К/Вт;

ρ – густина, кг/м³;

μ – коефіцієнт динамічної в’язкості, Па·с;

c – питома теплоємність, Дж/(кг·К);

Q – теплові витрати, Вт;

ω – швидкість, м/с;

S – товщина, м;

E – модуль пружності, МПа;

σ – напруження в матеріалі, МПа;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, МПа;

ϕ – коефіцієнт міцності зварного шва;

N – потужність, Вт;

Вступ

Етанол використовується людством ще з стародавніх часів. Він відіграв роль складової частини напоїв ,ліків ,як заспокійливе та афродизіак. В наш час область його використання лише збільшується. Використання етанолу , як заміну палива або використання його, як добавки до нього збільшується з кожним роком. В промисловості використовують для отримання етанолу ,бутадієну, діетилового етеру, етилацетату ,етиламіну ,тощо[1].

Метою даної бакалаврської роботи є модернізація установки розділення суміші етанол-вода. З цією метою виконанні ,нижче представленні, розрахунки ковпачкової ректифікаційної колони для розділення суміші етанол вода .

Дипломний проект включає аналіз технологічного процесу з описом та обґрунтуванням конструкції ректифікаційної колони, визначення їх місця в технологічній схемі виробництва, конструкцію і принцип дії апарата та його технічні характеристики, характеристики основних складальних одиниць та деталей, порівняння основних показників розробленого апарата з аналогами, вибір матеріалів конструкції апарата, розрахунки підтверджуючі працездатність та надійність конструкції апарата, патентний огляд, охорону праці, рекомендації щодо їх монтажу та експлуатації..

Завдання на дипломний проект отримано під час проходження переддипломної практики в Інституті газу НАН України 15 квітня 2019 року.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

1 Призначення та область застосування апарата

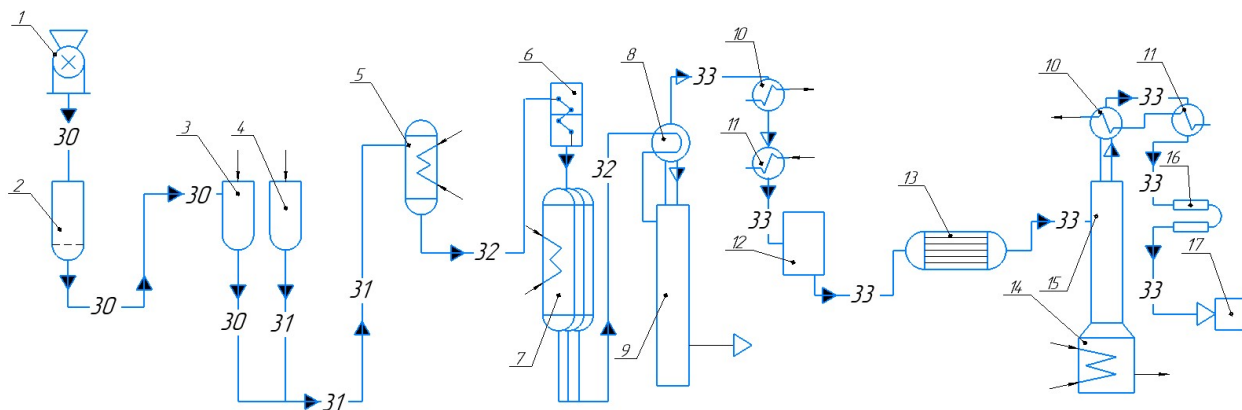
1.1 Опис технологічного процесу

Виробництво етилового спирту складається з двох біохімічних процесів[2]:

- гідроліз (цукрування) крохмалю, що міститься в сировині, і зброджування отриманих цукрів в спирт і вуглекислий газ;
- фізичний процес поділу рідин по точкам кипіння.

Виробництво складається з таких технологічних процесів:

- підготовка сировини: мийка, очищення від сторонніх домішок – поз. 1, 2 (рисунок 1.1);



1 – млин; 2 – змішувач; 3 – варильний апарат;

4 – парогенератор; 5 – апарат для збагачення цукром;

6 – холодильник сусли; 7 – бродильний апарат; 8 – підігрівач;

9 – колона бродіння; 10 – дефлегматор; 11 – конденсатор; 12 – збірник; 13 – кожухотрубний теплообмінник; 14 – куб; 15 – ректифікаційна колона; 16 – теплообмінник «труба в трубі»; 17 – збірник.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема установки виробництва етилового спирту

Сировину завантажують до млину 1, де її подрібнюють після чого вона надходить до змішувача 2 для очистки, звідти насосом перекачується до варильного апарату 3 де проходить теплову обробку для розчинення крохмалю. Після обробки суміш подають до парогенератора 4 нагрівання після чого вона потрапляє до апарату 5 для збагачення крохмалю. Після збагачення суміш надходить до

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЛН51.066211.001 ПЗ

Арк.

14

холодильника 6 для охолодження. Після охолодження потрапляє до бродильного апарату 7, де відбувається зброджування мальтози. В апараті 8 підігрівають брагу і подають на колону 9 для перегонки з паром браги для виділення з неї спирту . В дефлегматорі 10 відбувається часткова конденсація продукту. Після конденсації отриманій продукт перекачують в збірник спирту-сировини 11. Цей продукт надходить до теплообмінника 13 для нагрівання до температури кипіння. Нагріту суміш при температурі кипіння подають до ректифікаційної колони 15 для виділення суміші з вмістом 96 об'ємних відсотків етилового спирту. Одержану суміш конденсують в конденсаторі 13 і перекачують для охолодження в теплообмінник «труба в трубі» 16 до температури навколишнього середовища. Після охолодження готовий продукт збирають в резервуар для спирту 17.

1.2 Вибір типу ректифікаційної колони і його місце в технологічній схемі

Розроблюваний апарат призначений для розділення суміші етанол-вода , яка подається с кожухотрубного нагрівача .

Розділення суміші етанол-вода здійснюється шляхом ректифікації, тобто- протитечійного двостронього тепло-масообмінну між потоками парової та рідкої суміші .У промисловості використовують насадкові та тарільчасті колонні апарати.

Тарілчасті колони використовують при ректифікації горючих сумішей. Масообмінні процеси між парою та рідиною відбуваються у шарі піни. Тиск та швидкість пари достатні для проходження через шар рідини на поверхні тарілки та запобігання стікання її через отвори.

Для розділення суміші етанолу та води у даній ректифікаційній колоні, при заданих параметрах, найкраще підходить тарілчаста ректифікаційна колона що розроблюється в даній роботі

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

2 Технічні характеристики апарата

Тарільчаста ректифікаційна колона:

| | |
|--|------------------|
| Масова продуктивність колони за вихідною сумішшю, кг/с | 1,61; |
| Вміст етанолу у суміші, % | 35; |
| Вміст води у суміші, % | 65; |
| Вміст етанолу у дистиляті, % | 96; |
| Кубовий залишок, % | 4; |
| Робочий тиск у колоні, МПа | 0,1; |
| Діаметр колони, м | 1,8; |
| Тип ректифікаційної колони | тарільчаста; |
| Тип масообмінної тарілки | багатоковпачкова |
| Загальна кількість тарілок, шт | 20; |
| Висота колони, м | 16,8; |
| Температура початкової суміші, К | 357; |
| Маса колони, кг | 14876. |

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апаратів

3.1 Конструкція і принцип дії апаратів, основних складальних одиниць та деталей

Тарільчаста ректифікаційна колона, схема якої наведена на рисунку 3.1, призначена для розділення бінарної суміші етанолу-вода .

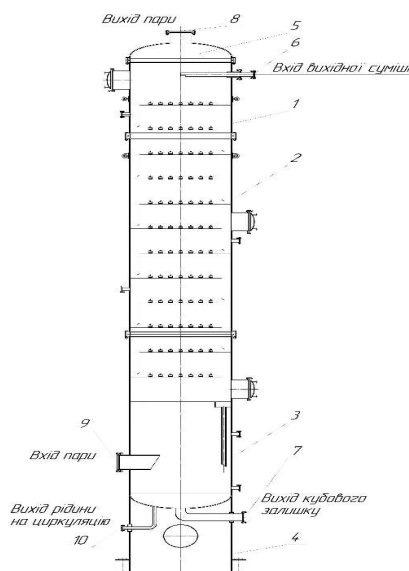


Рисунок 3.1 – Конструктивна схема ректифікаційної колони

1 – секція верхня; 2 – секція основна; 3 – секція нижня; 4 – секція опорна; 5 – кришка; 6 – штуцер вводу сировини; 7 – штуцер виходу продукту з кубу; 8 – вихід парів; 9 – вхід продукту з кип'ятильника; 10 – вихід продукту у кип'ятильник.

Масообмінний апарат що проектується призначений для розділення бінарної однорідної суміші етанол-вода.

Суміш етанолу і води, подається на тарілку живлення ректифікаційної колони через штуцер вводу сировини . Суміш стікає по тарілках . Назустріч іде пара, яка регенерується у кип'ятильнику і через штуцер поступає до колони. Під час взаємодії випаровується етанол, який виходять з колони через штуцер виходу пари. А кубовий залишок, який являє собою 4-ьох відсотковий розчин етанолу у

воді, частково виводиться з куба через штуцер, а частково подається у кип'ятильник для подальшого обігріву колони.

Данна колона містить ряд технологічних штуцерів різного призначення, а саме: для заміру тиску, температури, рівня рідини тощо. Для технічного обслуговування апарату персоналом використовують додаткові люки та лазі.

3.2 Порівняння основних показників розроблених конструкцій апаратів з аналогами

Мета: порівняння обраної конструкції апарату з існуючими аналогами та обґрунтування доцільності використання обраної тарілчастої ректифікаційної колони.

Порівняння основних показників тарілчастої ректифікаційної колони з аналогами описані в таблицях 3.1 та 3.2 [3].

Таблиця 3.1 – Типи тарілок і межі застосування

| Тип тарілки | Діаметри, мм | Діапазон сталої роботи* | Область застосування | |
|----------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|
| | | | Тиск | Умови |
| Сітчаста | Від 400 до 4000 | 2 | немає обмежень | Стабільні витрати |
| Сітчасто-клапанна | те саме | 3-3,5 | вакуум або атмосферний | Нестабільні витрати |
| Клапанна, ковпачкова | те саме | 3,5 | атмосферний або підвищений | Нестабільні витрати |
| Жалюзійно-клапанна | Від 1000 до 4000 | 4,5 | атмосферний або підвищений | Нестабільні витрати |
| Ковпачкова | Від 400 до 4000 | 4,5 | немає обмежень | Стабільні витрати |

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика тарілок

| Показник | Тип тарілки | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| | Ковпачкова з круглими ковпачками | Ковпачкова з прямокутними ковпачками | Клапанна з круглими ковпачками | Клапанна з прямокутними ковпачками | Ковпачково-ситчаста |
| Витрати | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| Малі витрати за рідиною та газом | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| Діапазон сталості роботи | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| Малі втрати бризковиносу | 1 | 1 | 5 | 3 | 4 |
| Малий запас рідини | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 |
| Мала відстань між тарілками | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 |
| Велика ефективність | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| Велика інтенсивність | 2 | 1 | 5 | 4 | 4 |
| Робота при зміні витрат | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 |
| Малі капітальні витрати | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 |
| Малі витрати металу | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| Легкість монтажу | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 |
| Легкість огляду | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Легкість пуску та зупинки | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |

Висновок: оскільки спроектована ректифікаційна колона набрала найбільшу кількість балів, то вона є найоптимальнішим з своїх аналогів варіантом,

додатковою перевагою спроектованої ректифікаційної колони є те, що на масообмінні тарілки встановлюються спеціальні сітки для зменшення краплевинесення та зменшення таким чином повздовжнього перемішування що допомагає забезпечити сталість рушійної сили.

3.3 Вибір матеріалів елементів конструкцій апарата

У хімічному машинобудуванні марка 12X18H10T є однією з найбільш поширених. Сталь 12X18H10T відноситься до сталей аустенітного класу, що обумовлює її високий опір до утворення корозії, а також відноситься до жароміцних сталей [4].

Так як початково не визначено подальше використання етанолу, то для забезпечення можливості використання у медичних та харчових цілях використовуємо сталь марки 12X18H10T. Всі складальні одиниці та деталі (днище, масообмінні тарілки, опора, обичайка корпусу, переливні пристрої, штуцери.) виготовляються із сталі марки 12X18H10T.

3.4 Патентний огляд конструкції апаратів

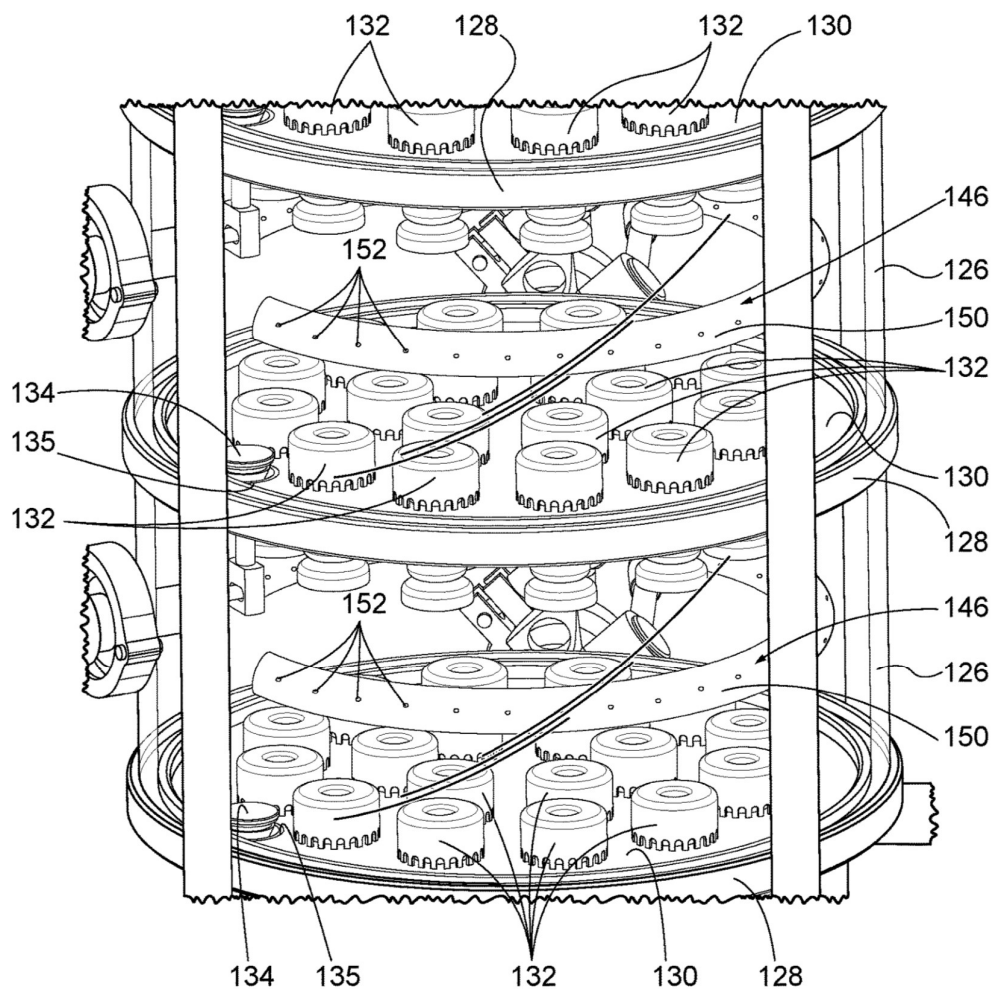
Мета: зробити патентний пошук апаратів, які за принципом дії найбільш схожі з розроблюваними апаратами.

Для знаходження об'єктів порівняння та перевірки патентної чистоти конструкції проведений патентний пошук. За результатами патентного пошуку відібрані для детального розгляду ряд конструкцій, описи яких наведено нижче. Результати пошуку наведені у додатку В.

У патенті [5] представлена ректифікаційна колона, яка складається із: 132 - ковпачків, які встановлюються на пластинах 130. Рідина вибірково зливається з пластини 130 за допомогою звичайного клапанного елемента 134, який проходить через отвір 135 на пластини 130. Колона має кільце 146 із секцією 126 та коробку з

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

фланцем 144. Розчин для прибирання суспензії з відповідної гілки 140, що контролюється відповідним клапаном 142, і забезпечує пристрій для очищення під тиском у корпусі 150 кільця 146 (рисунок 3.2).



126 – секція; 130 – пластина; 132 – ковпачки; 134 – клапанний елемент; 134 – тримач; 135 – отвір; 146 – кільце; 150 – корпус.

Рисунок 3.2 – Ректифікаційна колона

Переваги:

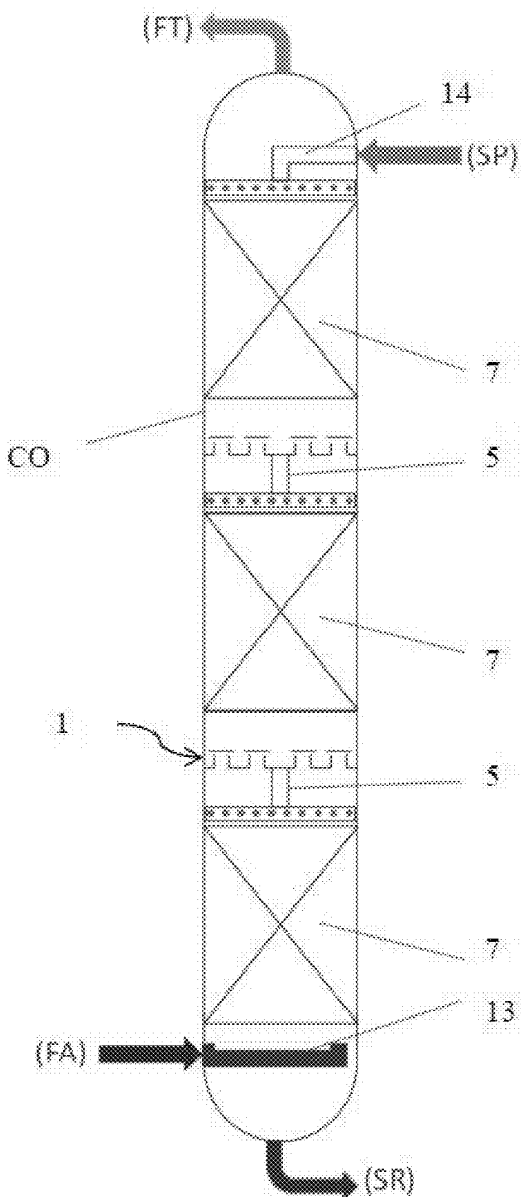
- рівномірний розподіл рідини по колоні;
- збільшена продуктивність масообміну;
- можливість працювати при високих тисках.

Недоліки:

- складність конструкції.

У патенті [6] представлена ректифікаційна колона, складальні одиниці якої:

лоток, тарілка та засоби для розподілу рідини (рисунок 3.3).



1 – накопичувальний лоток; 5,6 – розподільувачі рідини; 7 – пакувальні ліжка; 13 – куб; 14 – ввідний патрубок.

Рисунок 3.3 – Ректифікаційна колона

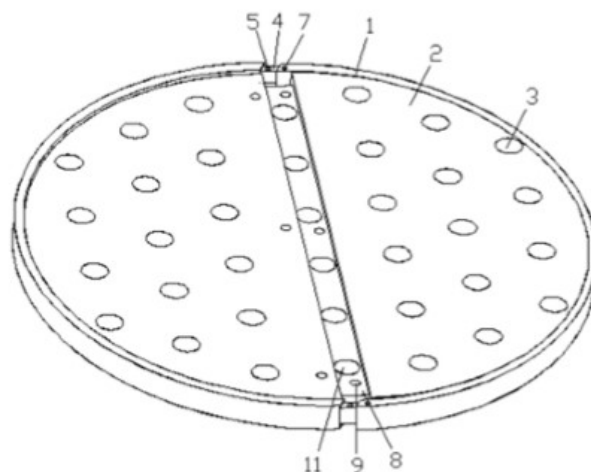
Переваги:

– ефективніший перерозподіл рідини.

Недоліки:

– складність конструкції.

У патенті [7] представлена тарілка ректифікаційної колони (рисунок 3.4).



1- гемизонид, 2- корпус пластини, 3- перший наскрізний отвір, 4- перший виступ, 5 - другий наскрізний отвір, 6 - перший паз, 7 - позиціонування отвір, 8 - другий виступ, 9- отвір гвинта, 10- позиціонування отвору гвинта, 11 – третій наскрізний отвір.

Рисунок 3.4 – Ректифікаційна колона

Переваги:

- збільшення уніфікації виробництва .

Недоліки:

- складність конструкції.

У патенті [8] представлена ректифікаційна колона, складальні одиниці якої масообмінні тарілки, ковпачки та переливні пристрої (рисунок 3.5).

Новизна даної ректифікаційної колони являє собою виконання подвійних ковпачків. Зовнішній ковпачок закріплено нерухомо, а внутрішній ковпачок виконаний з можливістю вільно переміщуватись вздовж осі їх кріплення.

Переваги:

- можливість регулювання поверхні контакту фаз;
- відсутність пристінного ефекту.

Недоліки:

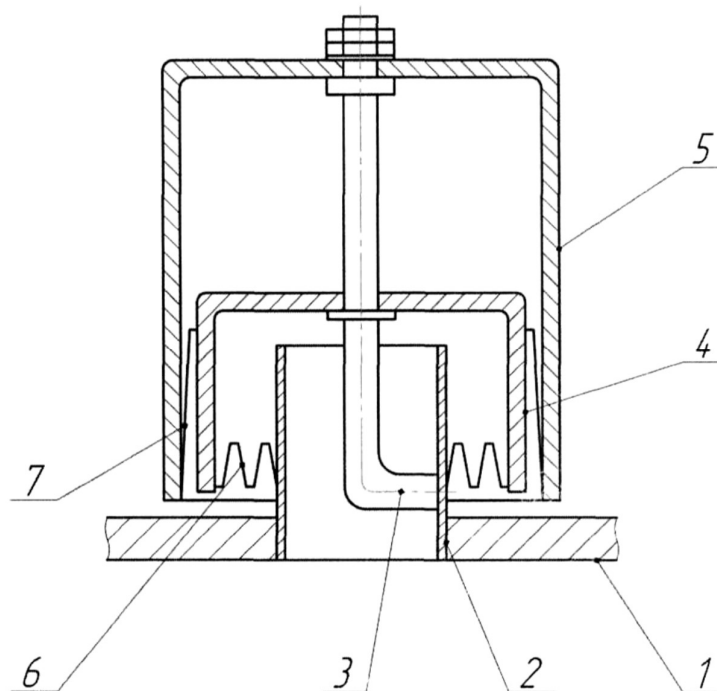
- складність конструкції.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЛН51.066211.001 ПЗ

Арк.

23



1 – масообмінна тарілка; 2 – патрубки; 3 – вісь кріплення ковпачків; 4 – внутрішній ковпачок; 5 – зовнішній ковпачок; 6,7 – прорізи.

Рисунок 3.5 – Ректифікаційна колона

Переваги:

- можливість регулювання поверхні контакту фаз;
- відсутність пристінного ефекту.

Недоліки:

- складність конструкції.

У патенті [9] представлена ректифікаційна колона, складальні одиниці якої: корпус та масообмінні тарілки та переливні пристрої (рисунок 3.6).

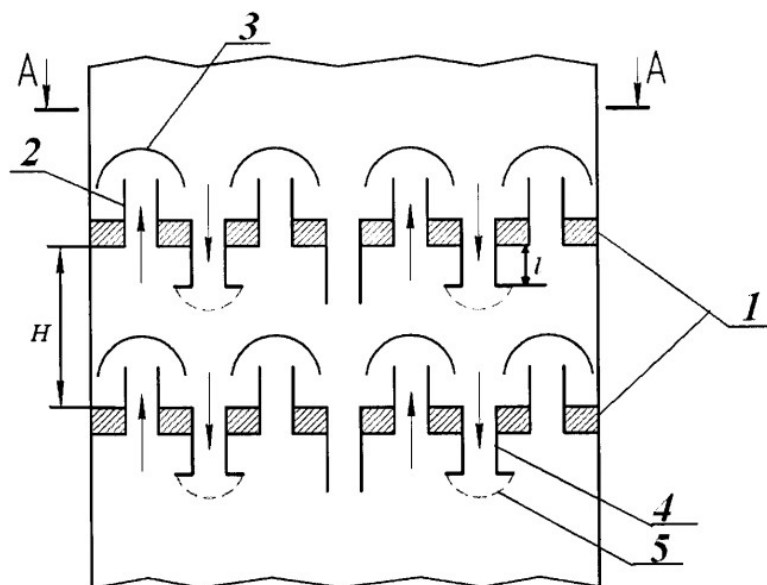
В даній колоні забезпечується рівномірний розподіл пара за допомогою модифікованих ковпачків масообмінної колони.

Переваги:

- збільшена продуктивність ;

Недоліки:

- виникає повздовжнє перемішування .



1 – плита; 2 – патрубки; 3 – ковпачки;
4 – переливна труба 5 – розпилювач рідини;

Рисунок 3.6 – Тарілка колони

Висновок: у результаті пошуку серед розглянутих патентів аналогічних конструкцій не знайдено та доведено патентну чистоту розроблюваного апарата. Регламент патентного пошуку представлено у Додатку В.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЛН51.066211.001 ПЗ

Арк.

25

4 Охорона праці

Згідно до закону України про охорону праці для обслуговуючого персоналу працюючого на розроблюваному обладнанні необхідно розробити безпечні умови праці:

1. Машини та механізми, що проектується, повинні відповідати вимогам безпеки.
2. У відповідності до Закону України “Про охорону праці” виробничі будови, приміщення, обладнання та технологічні процеси мають відповідати певним вимогам, що задовольняють безпечні умовам праці.
3. Згідно теми дипломного проекту «Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва етилового спирту», необхідно забезпечити, щоб шкідливі фактори, що впливають на робітників лінії виробництва знаходились під відповідним контролем та стандартами.

Дане обладнання обслуговується оператором, який виконує свої робочі обов'язки в окремому приміщенні, яке має площу $S = 30 \text{ м}^2$ та об'ємом $V = 90 \text{ м}^3$.

При роботі ректифікаційної установки будуть виникати нижче наведені шкідливі і небезпечні виробничі фактори:

- електронебезпека;
- параметри повітря;
- виробничий шум;
- вплив деталей, що рухаються та обертаються;
- промислове освітлення;
- пожежна безпека.

4.1 Електронебезпека

Устаткування лінії, що розробляється у дисертації знаходиться в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Підлога приміщення залізобетонна. Згідно ПУЕ воно відноситься до приміщень з підвищеною

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

небезпекою. На пульті управління машиніста напруга $U = 220\text{В}$, частота $f = 50\text{ Гц}$. Тип електромережі змінний із глухо заземленою нейтралю.[10]

4.2 Заходи захисту для нормального режиму роботи електроустановок

Забезпечення стабільної роботи ректифікаційної колони при звичайному робочому процесі забезпечується виконанням таких вимог: на ділянках з відкритим кабелем забезпечити високий рівень ізоляції, заземлення приладів, розташування автоматів живлення в легкій доступності.

Огородження обладнуються кришками, дверцятами або дверима, що замикаються на замок або забезпеченими блокуванням.

Блокування електрики здійснюється на установках та стендах, для запобігання виникнення надзвичайних ситуацій

Для запобігання уражень електрострумом було впроваджено наступні заходи безпеки:

- рубильники включення установки встановлюються у спец-шафі;
- спеціальні кабелі розміщують у захисні рукава;
- встановлюють додатково спеціальне захисне вимкнення установки у випадку ураження людини високою напругою;
- на панелі керування передбачено індикаторні-лампи вмикання та вимикання установки;
- вузли установки, що можуть потрапити під напругу обладнують затискачами для підключення до заземлення.

Для передбачення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з електробезпекою машини оснащена пультом та автоматикою аварійного вимкнення живлення, також оператор працює на ізолюючому від фундаменту помості

4.3 Параметри повітря робочої зони

Робота операторів даного виробництва відноситься до легкої фізичної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

роботи категорії І б.

Для забезпечення комфортних умов роботи повинні забезпечуватись такі значення параметрів повітря робочої зони:

- в холодну пору року підігрів приміщення обігрівачами , що підтримує постійну температуру в приміщенні не нижче 15°C;
- в теплу пору року – вентиляцією.

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів повітря робочої зони: температури, швидкості руху повітря, відносної вологості. Хімічний склад повітря: ГДК 1 м²/м³.

Необхідні параметри повітря забезпечуються системою проточно-втяжною вентиляцією. Параметри повітря робочої зони відповідають ДСН 3.3.6.042 99. Параметри повітря робочої зони наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри повітря робочої зони.

| Параметри | Оптимальні умови | |
|-------------------------|------------------|-----------------|
| | Теплий період | Холодний період |
| Температура t, °C | 22 – 24 | 21 – 23 |
| Відносна вологість W, % | 40 – 60 | 40 – 60 |

4.4 Виробничий шум

Приміщення, в якому розміщена лінія - закритого типу. Основним джерелом шуму при роботі є насос, та інше устаткування в яких шум досягає 90 дБА.

4.4.1 Вплив деталей машин, що рухаються та обертаються

Небезпеку становлять обертові частини насосів, що працюють на установці. Для уникнення травматичних випадків частини, що обертаються захищені кожухами. З метою захисту персоналу установка та її електроприводи огорожені сіткою. Сітка закріплена в горизонтальному положенні на рухомих шарнірах. В разі необхідності захисну сітку можна зняти .

4.4.2 Заходи по зниженню шуму механічного походження:

Шумопоглинання – використовують облицювальний матеріал з перфоруванням; покриттям та плити; звукоізоляція – проходу приміщення, не менше 30 дБА, стіни та покриття цього приміщення облицювають звукоізолюючим покриттям із коефіцієнтом шумопоглинання не менше 0,7 і звукоізолюючою здатність більше за 50 дБА; забезпечується примусове змащування у підшипниках, що обертаються.

Ці заходи дозволили знизити рівень шуму до 55 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Для індивідуального захисту використовуються наступні засоби: протишумові навушники ПШН-Б ГОСТ 12.4.051.87, протишумні вкладиші «Беруши СТ-1» ТУУ25513947.002 99.

4.5 Промислове освітлення

Дипломною роботою передбачається освітлення штучними засобами у всіх приміщеннях і на всіх площадках технологічної лінії.

Штучним освітленням у промисловому приміщенні у цеху являються штучні лампи ДРЛ-400 з потужністю $W=400$ Вт. Які можуть забезпечити світловий потік у $\Phi=19000$ люмен.

В цеху:

$$E_{\text{факт}} = 300 \text{ лк}$$

Охоронне, ремонтне а також аварійне освітлення планується з використанням ламп СПО-36/100, $\Phi=3600$ лм, тому що вони вигідні у експлуатації та не вимагають спеціальних пристосувань. Лампи аварійного освітлення живляться від незалежного джерела.

В операторській використовуємо діодні лампи $W=8$ Вт, $\varnothing = 8$ лм, $n=3$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для місцевого освітлення використовується вакуумна лампа розжарювання НВ, що забезпечує освітлення $E = 200 \text{ Лк}$ і відповідає до ДБНВ 2.5.28-2006.

Фактичне освітлення у приміщенні цеха складає 160 лк ,що задовольняє норми ДБНВ 2.5.28-2006.

4.6 Пожежна безпека

У виробничому цеху, де працює лінія може горіти: електропроводка, електрообладнання та продукт лінії виробництва. На основі цього приміщення відноситься до категорії Б і класу зони П-Іа.

Причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- куріння в невстановлених місцях;
- несправність електрообладнання і електропроводки;

В цілях протипожежної безпеки в цеху систематично видаляється пил з поверхонь, змащувальні матеріали зберігаються в металевих ящиках у відведених місцях. Засобом захисту від статичної електрики являється заземлення.

Першочерговими засобами пожежогасіння є: вогнегасники, спеціальні пожежні приладдя (ємності з водою, пожежні ємності, ящики з піском, лопати, протипожежні ковдри) а також пожежний інструмент: (гаки, ломи, сокири тощо).

Вогнегасники та інші допоміжні засоби ліквідації пожежі мають червоний колір фарби, а ємності із водою та ємності із піском мають відповідні позначення білим кольором. Пожежні інструменти фарбуються чорним кольором.

На даному виробництві для своєчасного виявлення та гасіння пожеж використовують такі засоби: пожежна сигналізація, яка укомплектована термооповіщувачами ПК4Г ,та автоматичними вогнегасниками порошкового типу «Сам 9»; вогнегасники ОУ-8(шт), щити (2 шт) і ящики з піском (2 шт).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарата

5.1 Параметричний розрахунок ректифікаційної колони

Головною метою розрахунку є визначення кількості тарілок та основних розмірів ректифікаційної колони.

Розрахункова схема ректифікаційної колони представлена на рисунку 5.1.

Розрахунок ведемо за [2]. Фізичні дані для розрахунку беремо за [1]

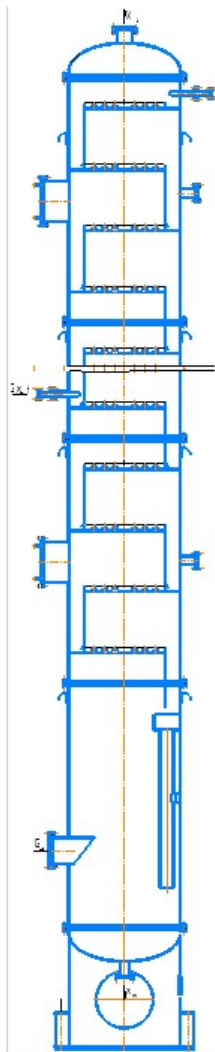


Рисунок 5.1 Розрахункова схема ректифікаційної схеми

Вихідні данні:

| | |
|-------------------------------------|------|
| Продуктивність установки, кг/с, G | 1,6; |
| Вміст етанол в суміші, % | 35; |
| Вміст води в суміші, % | 65; |
| Вміст етанолу у дистиляті, % | 96; |
| Кубовий залишок, % | 4. |

Складемо рівняння матеріального балансу:

- по потокам

$$G'_D + G'_W = 1,61;$$

- по етанолу

$$G'_D \cdot 0,96 + G'_W \cdot 0,04 = 1,6 \cdot 0,35 ,$$

де G'_D , кг/с масові витрати дистиляту, G'_W , кг/с – масові витрати кубового залишку.

Із цієї системи рівнянь знаходимо:

$$G'_D = 0,564 \text{ кг/с}; G'_W = 1,047 \text{ кг/с}.$$

Для подальших розрахунків необхідно концентрації живлення, дистиляту і кубового залишку виразити в мольних долях :

- живлення

$$x_f = \frac{\frac{x'_f}{M_a}}{\frac{x'_f}{M_a} + \frac{100 - x'_f}{M_b}} = \frac{\frac{35}{46,07}}{\frac{35}{46,07} + \frac{100 - 35}{18,01528}} = 0,174 ,$$

де x'_f – відсотковий вміст етанолу в суміші, M_a, M_b – молярні маси етанолу та води відповідно;

- ДИСТИЛЯТ

$$x_D = \frac{\frac{x'_D}{M_a}}{\frac{x'_D}{M_a} + \frac{100 - x'_D}{M_b}} = \frac{\frac{98}{46,07}}{\frac{98}{46,07} + \frac{100 - 98}{18,01528}} = 0,9504,$$

де x'_D – відсотковий вміст етанолу у дистиляті, M_a, M_b – молярні маси етанолу та води відповідно;

- кубовий залишок

$$x_W = \frac{\frac{x'_W}{M_a}}{\frac{x'_W}{M_a} + \frac{100 - x'_W}{M_b}} = \frac{\frac{2}{46,07}}{\frac{2}{46,07} + \frac{100 - 2}{18,01528}} = 0,007917,$$

де x'_W – відсотковий вміст кубового залишку, M_a, M_b – молярні маси етанолу та води відповідно.

Визначаємо число тарілок.

На діаграмі (рисунок. 5.2) наносимо точку з координатами $x_D = y_D = 0,9504$ і точку з координатами $x_W = y_W = 0,007917$, а на кривій рівноваги точку з абсцисою $x_f = 0,174$.

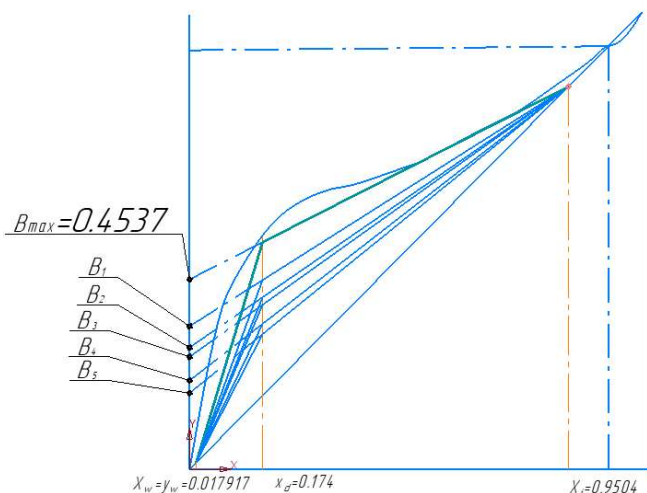


Рисунок 5.1 – Визначення оптимального флегмового числа.

Проводимо пряму до перетину з ординатою діаграми. На осі ординат отримуємо відрізок, рівний $B_{\max} = 0,4537$.

Так як:

$$B_{\max} = \frac{x_D}{R_{\min} + 1},$$

то:

$$R_{\min} = \frac{x_D - B_{\max}}{B_{\max}} = \frac{0,904 - 0,4537}{0,4537} = 0,992.$$

Для флегмових чисел більше 1,1 знаходимо значення відрізка B по формулі:

$$B = \frac{x_D}{R + 1}.$$

Записуємо значення у таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Залежність значення відрізка від флегмового числа

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------|-------|-------|-------|------|
| R | 1,1 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2.12 |
| B | 0,43 | 0,361 | 0,323 | 0,301 | 0,29 |

Для обраних флегмових чисел графічно знаходимо відповідні числа ступенів зміни концентрацій (рисунок 5.3), значення записуємо у таблицю 5.2.

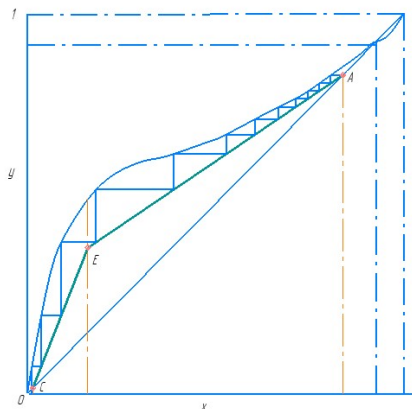


Рисунок 5.3 – Графічне визначення числа ступенів зміни концентрацій
(при $R=2,56$)

Таблиця 5.2 – Залежність числа ступеня зміни концентрацій від вибраних флегмових чисел

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|------|-------|-------|-------|
| R | 1,1 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,12 |
| N | 32,85 | 15,6 | 12,98 | 11,92 | 12,46 |

Методом інтерполяції знаходимо оптимальне значення кількості теоретичних тарілок:

$$R=1,84; N_T=12.$$

Дійсне число тарілок:

$$N_d = \frac{N_T}{\eta_T},$$

де η_T – коефіцієнт корисної дії тарілки.

Так як η_T являється функцією виразу $\mu\alpha$ (в'язкості та відносної летючості):

Суміш нижньої частини колони:

$$t = 99,4^{\circ}\text{C}; \mu_{\text{снч}} = 0,227\text{сП}; \alpha_1 = 2,228$$

При

$$\alpha\mu_c = 2,228 \cdot 0,227 = 0,5075,$$

$$\eta_T = 0,49 \cdot (\alpha \cdot \mu_c)^{-0,245} = 0,49 \cdot (2,228 \cdot 0,227)^{-0,245} = 0,579,$$

Вихідна суміш:

$$t = 83,75^{\circ}\text{C}; \mu_c = 0,5679\text{сП}; \alpha = 2,227$$

При

$$\alpha\mu_c = 2,227 \cdot 0,5679 = 1,265$$

$$\eta_T = 0,49 \cdot (\alpha \cdot \mu_c)^{-0,245} = 0,49 \cdot (2,227 \cdot 0,5679)^{-0,245} = 0,463$$

Суміш верхньої частини колони:

$$t = 78,15^{\circ}\text{C}; \mu_c = 0,460\text{сП}; \alpha = 2.29$$

При

$$\alpha\mu_c = 2,29 \cdot 0,460 \cdot 10^{-3} = 1,0534 \cdot 10^{-3}.$$

$$\eta_T = 0,49 \cdot (\alpha \cdot \mu_c)^{-0,245} = 0,49 \cdot (2,29 \cdot 0,460)^{-0,245} = 0,484,$$

Таким чином середній коефіцієнт корисної дії тарілки:

$$\eta_T = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3} = \frac{0,579 + 0,463 + 0,484}{3} \approx 0,509.$$

Дійсне число тарілок:

$$N_d = \frac{N_T}{\eta_T} = \frac{12}{0,609} = 19,704 \approx 20,$$

із яких 15 – у верхній частині колони, а 5 – в нижній.

Об'єми та густини пари та рідини, які проходять через колону.

Кількість пари, який підіймається вгору колони за 1 секунду:

$$G_v = G_D(R + 1) = 0,564 \cdot (1,84 + 1) = 1,542 \text{ кг};$$

Кількість рідини, яка стікає донизу колони за 1 секунду:

у верхній частині колони

$$G_{xb} = G_D \cdot R = 0,564 \cdot 1,84 = 0,999 \text{ кг};$$

у нижній частині колони

$$G_{xn} = G_D \cdot R + G_f = 0,564 \cdot 1,84 + 1,61 = 2,64 \text{ кг}.$$

При заданих концентраціях середній склад етанолу у верхній частині колони:

$$a_{b.c} = \frac{35 + 96}{2} = 65,5 \%;$$

середня густина рідини у верхній частині колони:

$$\rho_{xb} = 815,98 \text{ кг/м}^3;$$

середня концентрація рідини у нижній частині колони:

$$a_{n.c} = \frac{35 + 4}{2} = 19,5 \%;$$

середня густина рідини у нижній частині колони:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

$$\rho_{\text{хн}} = 921,241 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

середня густина рідини в колоні:

$$\rho_{\text{хс}} = \frac{\rho_{\text{хв}} + \rho_{\text{хн}}}{2} = \frac{815,98 + 921,241}{2} \approx 868 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

середня концентрація пари у верхній частині колоні (в молярних долях):

$$y_{\text{в.с}} = \frac{0,22 + 0,904}{2} = 0,772;$$

середня густина пари у верхній частині колоні при $t_{\text{ср1}} = 75^\circ\text{C}$:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ув.с}} &= \frac{M_{\text{CH}_3\text{OH}} y_{\text{в.с}} + M_{\text{H}_2\text{O}} (1 - y_{\text{в.с}})}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{ср1}}} = \\ &= \frac{46,07 \cdot 0,5562 + 18,01 \cdot (1 - 0,5622)}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 81,75} = 1,508 \text{ кг} / \text{м}^3; \end{aligned}$$

середня концентрація пари в нижній частині колоні (в молярних долях):

$$y_{\text{н.с}} = \frac{0,174 + 0,007971}{2} = 0,0909;$$

середня густина пари у нижній частині колоні при $t_{\text{ср2}} = 81,75^\circ\text{C}$:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ун.с}} &= \frac{M_{\text{CH}_3\text{OH}} y_{\text{н.с}} + M_{\text{H}_2\text{O}} (1 - y_{\text{н.с}})}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{ср1}}} = \\ &= \frac{46,07 \cdot 0,0909 + 18 \cdot (1 - 0,0909)}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 91,57} = 0,706 \text{ кг} / \text{м}^3; \end{aligned}$$

середня густина пари в колоні:

$$\rho_{\text{ус}} = \frac{\rho_{\text{ув.с}} + \rho_{\text{ун.с}}}{2} = \frac{1,508 + 0,704}{2} \approx 1,106 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

об'ємна швидкість пари в колоні

$$V_y = \frac{G_D (R + 1) 22,4 (273 + t)}{M_{\text{ср}} \cdot 273} = \frac{0,564 \cdot (1,84 + 1) \cdot 22,4 \cdot (273 + 82)}{44,781 \cdot 273} = 1,094 \text{ м}^3 / \text{с},$$

де $t = \frac{t_{\text{ср1}} + t_{\text{ср2}}}{2} = \frac{81,75 + 91,57}{2} = 86,6^\circ\text{C}$ – середня температура пари в колоні; $M_{\text{ср}}$ –

молекулярна маса пари (по дистилляту):

$$M_{\text{ср}} = M_a x_a + M_b x_b = 46,07 \cdot 0,904 + 18,01 \cdot 0,174 = 44,781.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Максимальна об'ємна швидкість рідини у верхній частині колони на верхній тарілці:

$$V_{\text{xb}} = \frac{G_{\text{xb}}}{\rho_d} = \frac{0,999}{815,98} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с},$$

де $\rho_d = 815 \text{ кг/м}^3$ – густина рідини, яку приймаємо за густину метанолу.

Максимальна об'ємна швидкість рідини у нижній частині колони на тарілці живлення:

$$V_{\text{хн}} = \frac{G_{\text{хн}}}{\rho_f} = \frac{2,64}{785} = 3,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с},$$

де $\rho_f = 785 \text{ кг/м}^3$ – густина вихідної суміші.

Розраховуємо діаметр і висоту колони.

Діаметр колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_y}{0,785\omega_y}}.$$

Об'ємна швидкість пари в колоні $V_y = 1,04 \text{ м}^3/\text{с}$. Швидкість пари в колоні ω_y залежить від типу тарілок та відстані між ними. Приймаємо $h_{\text{мт}} = 600 \text{ мм}$ – відстань між тарілками. При $\rho_{\text{п}} / \rho_{\text{р}} = 1,106 / 785 = 14,08 \cdot 10^{-4}$ і $h_{\text{мт}} = 600 \text{ мм}$ допустима швидкість пари в колоні $\omega = 1,3 \text{ м/с}$.

Отже:

$$d = \sqrt{\frac{V_y}{0,785\omega_y}} = \sqrt{\frac{1,04}{0,785 \cdot 1,3}} = 1,009 \text{ м}.$$

Приймаємо типовий діаметр колони, який дорівнює 1,2 м.

Швидкість пари в колоні:

$$\omega_y = \frac{V_y}{0,785d^2} = \frac{2,27}{0,785 \cdot (1,2)^2} = 1,094 \text{ м/с}.$$

Висота тарільчатої частини колони:

$$H_{\text{т}} = h_{\text{мт}} (N_{\text{д}} - 1) = 0,6 \cdot (20 - 1) = 11,4 \text{ м}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 38 |

Загальна висота колони:

$$H_{\text{заг}} = h_{\text{мт}} (N_{\text{д}} + 1) = 0,6 \cdot (20 + 1) = 12,6 \text{ м.}$$

5.2. Конструктивний розрахунок тарілки

Метою розрахунку є визначення параметрів тарілки та їх кількості.

Тарілка із ковпачком ректифікаційної колони зображена на рисунку 5.4.

Вихідні дані

| | |
|------------------------------------|-------|
| Діаметр апарата, d, м | 1,1 |
| Обємна швидкість пару, м³/с | 1,094 |
| Швидкість пари, ω _у м/с | 1,04 |

Сумарна площа поперечного розрізу всіх парових патрубків повинна складати 10 – 20% дійсного розрізу колони (приймаємо 10%) [11]:

$$S_{\Pi} = 0,1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 0,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} = 0,095 \text{ м}^2.$$

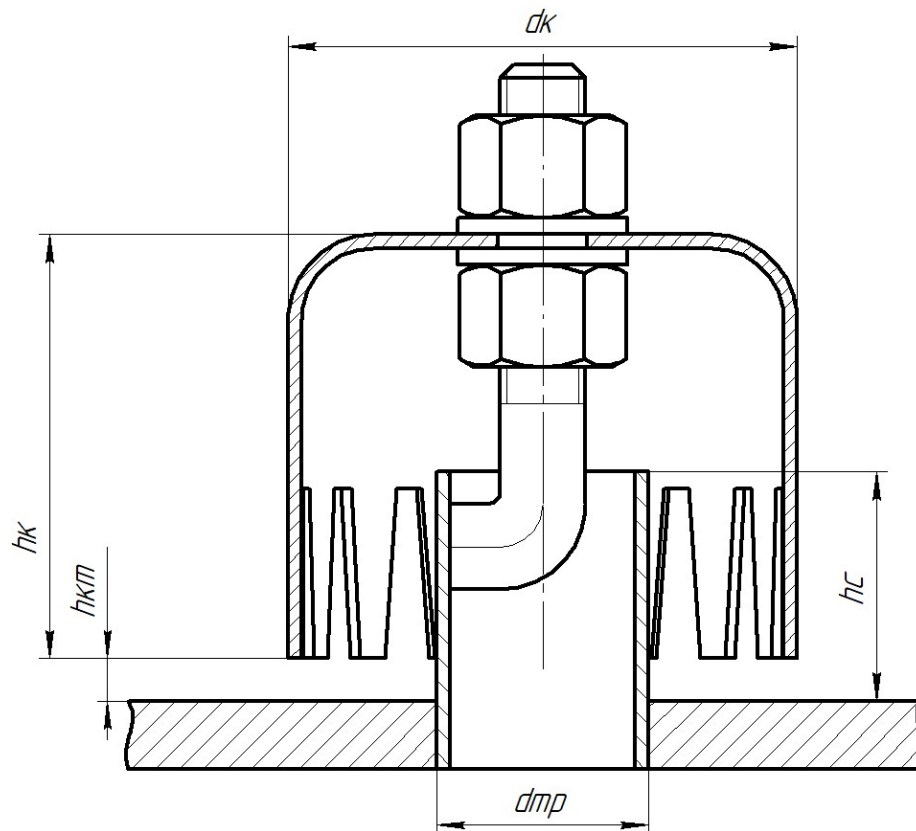


Рисунок 5.4 – Тарілка з ковпачком.

Швидкість пари у паровому патрубку ковпачка:

$$\omega_{\Pi} = \frac{\omega_y}{0,1} = \frac{1,094}{0,1} = 10,94 \text{ м/с.}$$

Вибираємо парові патрубки розміром 32×3,5 мм.

Кількість парових патрубків:

$$n = \frac{4V_{\text{сек}}}{\omega_{\Pi} \pi d_{\Pi}^2},$$

де $d_{\Pi}=0,025$ м – діаметр парового патрубка.

Секундна витрата пари в колоні:

$$V_{\text{сек}} = V_y = 1,094 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Звідки:

$$n = \frac{4 \cdot 1,04}{10,94 \cdot 3,14 \cdot 0,025^2} = 208.$$

Діаметр ковпачка (рисунок. 5.4) розраховуємо із умови рівності швидкості пари у паровому патрубку та кільцевого перерізу:

$$d_k = \sqrt{d_{\Pi}^2 + (d_{\Pi} + 2\delta)^2} = \sqrt{0,025^2 + (0,025 + 2 \cdot 0,0035)^2} = 0,041 \text{ м,}$$

де $\delta = 0,0035$ м – товщина стінки парового патрубка.

Умова рівності дійсного перерізу патрубка і площі перерізу, через яку проходить пар у ковпачку:

$$\frac{\pi d_{\Pi}^2}{4} = \pi d_{\Pi} h_k,$$

звідки знаходимо висоту ковпачка над паровим патрубком h_k :

$$h_k = 0,25 d_{\Pi} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,00625 \text{ м.}$$

Приймаємо розміри прорізів ковпачка: $b = 0,005$ м, $l = 0,04$ м.

Швидкість пари ω_2 у прорізах ковпачків приймаємо 4 м/с.

Знаходимо кількість прорізів i у ковпачку із рівняння:

$$inbl\omega_2 = V_y,$$

$$i = \frac{V_y}{nbl\omega_2} = \frac{1,04}{208 \cdot 0,005 \cdot 0,04 \cdot 4} = 6,25 \approx 7.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

Відстань між прорізами:

$$a = \frac{\pi d_k - ib}{i} = \frac{3,14 \cdot 0,041 - 6 \cdot 0,005}{6} = 0,0154 \text{ м.}$$

Діаметр переливної трубки:

$$d_{\text{Тр}} = \sqrt{\frac{4V_{\text{ХН}}}{\pi m \omega_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,36 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,15}} = 0,120 \text{ м,}$$

де $V_{\text{ХН}}$ – об'єм рідини, яка стікає через переливну трубу у нижній частині колони, $\text{м}^3/\text{с}$; m – прийняте число переливних трубок на тарілці; ω_p – прийнята швидкість стікання рідини, $\text{м}/\text{с}$.

Висота рідини над обрізом зливної труби:

$$h_p = \sqrt[3]{\left(\frac{V_{\text{ХН}}}{1,773L}\right)^2}.$$

Так як периметр вільного перерізу переливу:

$$L = m\pi d_{\text{Тр}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,086 = 0,540 \text{ м,}$$

то

$$h_p = \sqrt[3]{\left(\frac{3,36 \cdot 10^{-3}}{1,773 \cdot 0,540}\right)^2} = 0,023 \text{ м.}$$

Приймаємо рівень рідини на тарілці $h_T = 0,065 \text{ м}$, тоді висота переливної труби над тарілкою:

$$h_c = h_T - h_p = 0,065 - 0,023 = 0,042 \text{ м.}$$

Відстань між нижнім обрізом ковпачка і тарілкою:

$$h_{\text{к.т}} = h_c - l = 0,042 - 0,04 = 0,002 \text{ м.}$$

Висота ковпачка до прорізів:

$$h_1 = h_{\text{к}} + 2h_p = 0,00625 + 2 \cdot 0,023 = 0,05225 \text{ м.}$$

Висново: в даному розрахунку було визначено розміри і кількість ковпачків розміри парових патрубків

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

5.3. Тепловий розрахунок ректифікаційної колони

Метою розрахунку є визначення втрат теплоти в ректифікаційній колоні.

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.1.

Кількість теплоти, яку необхідно подавати до кубу колони, визначають із рівняння теплового балансу [12]:

$$Q_K = Q_D + G_D c_D t_D + G_W c_W t_W - G_f c_f t_f + Q_{\text{втр.}}$$

Теплоємності суміші етанолу та води c_1 при температурах 65, 79, 99°C:

$$c_f = 4204 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}, c_D = 2946 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}, c_W = 4249 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$$

Кількість теплоти, яку забирає вода у дефлегматорі:

$$Q_D = G_D (1 + R) r = 0,564 \cdot (1 + 1,84) \cdot 817.135 \cdot 10^3 = 1308854.15 \text{ Вт,}$$

де $r = 817.165 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$ – теплота конденсації по етанолу.

Витрати тепла у кубі колони з урахуванням втрат теплоти:

$$Q_K = 1308854.15 + 0,564 \cdot 2946 \cdot 78,15 + 2,64 \cdot 4204 \cdot 99,4 + 1,61 \cdot 4249 \cdot 83,75 + 12109,6 = 8283254,9 \text{ Вт.}$$

Витрати гріючого пари із $p = 1 \text{ атм}$ і вологістю 5%:

$$G_{\Pi} = \frac{8283254,9}{2141 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 4,072 \text{ кг/с.}$$

Витрати води у дефлегматорі при нагріванні її на 20 градусів:

$$G_B = \frac{1308854}{4166 \cdot 20} = 15,71 \text{ кг/с.}$$

Витрати води у холодильнику дистиляту:

$$G'_B = \frac{0,564 \cdot 2946 \cdot (78,15 - 40)}{4166 \cdot 20} = 0,76 \text{ кг/с.}$$

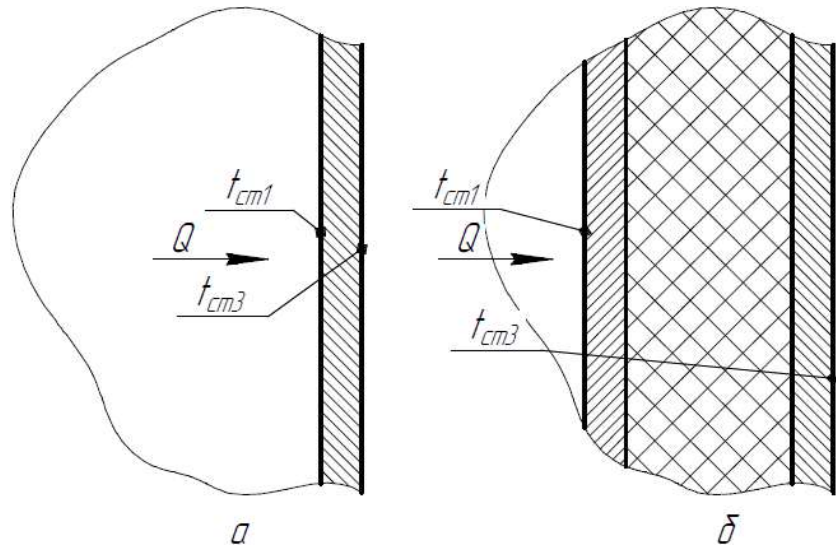
Загальні витрати води 20,54 кг/с.

Висновки: в результаті розрахунку було визначено втрати теплоти в ректифікаційній колоні 8283254,9 Вт і витрати води 20,54 кг/с

5.4 Теплова ізоляція ректифікаційної колони

Метою розрахунку є визначення параметрів теплової ізоляції колони.

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.5.



а – стандартна схема; б – схема розробленої конструкції

Рисунок 5.5 – Схема зовнішньої стінки апарата

При розрахунку допустимих теплових втрат у навколишнє середовище за рахунок конвекції приймаємо, що колона знаходиться в приміщенні, покрита азбестовою ізоляцією $\lambda_{\text{із}} = 0,151 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ із температурою зовнішньої стінки $t_3 = 40^\circ\text{C}$, а середня температура навколишнього середовища $t_{\text{нс}} = 14^\circ\text{C}$ [1].

Загальні втрати тепла:

$$Q_{\Pi} = \alpha F (t_3 - t_{\text{нс}}) = \alpha F \Delta t,$$

де α – сумарний коефіцієнт тепловіддачі конвекцією $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \Delta t.$$

Знаходимо коефіцієнт тепловіддачі, поверхню теплообміну та втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot (40 - 14) = 11,56 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

$$F = \pi dH + 2 \cdot 0,785 d^2 = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 7,8 + 2 \cdot 0,785 \cdot 1,2^2 = 40,29 \text{ м}^2;$$

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЛН51.066211.001 ПЗ

Арк.

43

$$Q_{\text{втр}} = 11,56 \cdot 40,29 \cdot (40 - 14) = 12109,6 \text{ Вт.}$$

Кількість теплоти, яка передається теплопровідністю ізоляції:

$$Q_{\text{втр}} = q_L L = \frac{\lambda_{\text{із}}}{\delta_{\text{із}}} \cdot \pi d_{\text{із.ср}} L (t_{\text{вн}} - t_3).$$

Де $d_{\text{із.ср}}$ – залежить від визначеної товщини ізоляції:

$$\frac{\delta_{\text{із}}}{d_{\text{із.ср}}} = \frac{\lambda_{\text{із}} \pi (t_{\text{вн}} - t_3)}{q_L},$$

де $q_L = \frac{Q_{\text{втр}}}{L}$ – граничні теплові втрати на 1 м довжини циліндричної поверхні, Вт/м.

Умовна висота поверхні ізоляції:

$$L = \frac{F}{\pi d} = \frac{40,29}{3,14 \cdot 1,2} = 11,66 \text{ м.}$$

Отже

$$q_L = \frac{12109,6}{11,658} = 1038,6 \text{ Вт/м.}$$

Приймаємо $t_{\text{вн}} = 60^\circ\text{C}$, замінивши ліву частину рівняння на A :

$$A = \frac{0,151 \cdot 3,14 \cdot (60 - 40)}{1038,6} = 0,009.$$

При $A = 0,009$, $\frac{d_{\text{із.3}}}{d_{\text{із.вн}}} = 1,0195$.

Визначаємо товщину ізоляції:

$$\delta_{\text{із}} = \frac{d_{\text{із.3}} - d_{\text{із.вн}}}{2} = \frac{d_{\text{із.вн}}}{2} \left(\frac{d_{\text{із.3}}}{d_{\text{із.вн}}} - 1 \right) = \frac{1,2}{2} \cdot (1,0195 - 1) = 0,011 \text{ м.}$$

Виходячи із спрощеного співвідношення (для плоскої стінки):

$$Q_{\text{п.ст}} = \frac{\lambda_{\text{із}}}{\delta_{\text{із}}} F (t_{\text{вн}} - t_3),$$

то

$$\delta_{\text{із}} = \frac{\lambda_{\text{із}} F (t_{\text{вн}} - t_3)}{Q_{\text{втр}}} = \frac{0,151 \cdot 40,29 \cdot (60 - 40)}{12109,6} = 0,01 \text{ м.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

Перевіряємо температуру внутрішньої поверхні ізоляції:

$$\alpha(t_3 - t_{\text{вн}}) = \frac{\lambda_{\text{із}}}{\delta_{\text{із}}}(t_{\text{вн}} - t_3),$$

звідки

$$t_{\text{вн}} = t_3 + \frac{\alpha(t_3 - t_{\text{вн}})\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} = 40 + \frac{11,56 \cdot (40 - 14) \cdot 0,01}{0,151} = 59,9^\circ\text{C}.$$

Розбіжність: $60 - 59,9 = 0,1^\circ\text{C} < 1^\circ\text{C}$.

5.5 Гідравлічний розрахунок ректифікаційної колони

Метою розрахунку є визначення гідравлічних опорів колони.

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.6.

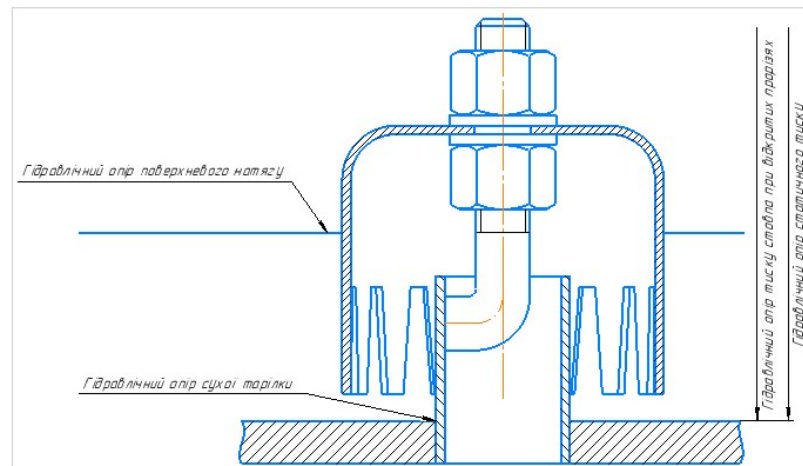


Рисунок 5.6 Розрахункова схема гідравлічного опору

Гідравлічний опір колони розраховуємо за [11]:

$$\Delta p_{\text{к}} = N_T \Delta p,$$

де N_T – число тарілок; Δp – гідравлічний опір тарілки, Н/м^2 .

Гідравлічний опір ковпачкової тарілки:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4,$$

де Δp_1 – опір сухої тарілки при повністю відкритих прорізах, Н/м^2 ; Δp_2 – опір, обумовлений силами поверхневого натягу, Н/м^2 ; Δp_3 – гідравлічний тиск стовпа

при відкритих прорізах, Н/м^2 ; Δp_4 – статичний тиск стовпа рідини над верхньою прорізною, Н/м^2 .

Знаходимо значення кожного із складових Δp .

$$\Delta p_1 = \xi \frac{\rho_{\text{ср}} \omega_2^2}{2} = 1,75 \cdot \frac{0,9 \cdot 4^2}{2} = 12,6 \text{ Н/м}^2,$$

де $\xi = 1,75$ – прийняте значення коефіцієнта опору; $\rho_{\text{ср}} = 0,9$ – середня густина пари в колоні, кг/м^3 ; $\omega_2 = 4$ – швидкість пари у прорізах ковпачків, м/с .

$$\Delta p_2 = 2\sigma \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{b} \right),$$

де σ – поверхневий натяг, кг/с^2 ; l – висота прорізи, м ; b – ширина прорізи, м .

Для суміші:

$$\sigma = 25 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}^2.$$

$$\Delta p_2 = 2 \cdot 40,75 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{1}{0,04} + \frac{1}{0,005} \right) = 11,25 \text{ Н/м}^2.$$

$$\Delta p_3 + \Delta p_4 = \rho_{\text{хс}} g (0,5l + h_p) = 868 \cdot 9,81 \cdot (0,5 \cdot 0,04 + 0,023) = 366,148 \text{ Н/м}^2.$$

Загальний опір тарілки:

$$\Delta p = 12,6 + 11,25 + 366,148 = 389,998 \text{ Н/м}^2.$$

Загальний опір всіх 12 тарілок:

$$\Delta p_K = N_T \Delta p = 20 \cdot 390 = 7800 \text{ Н/м}^2.$$

Мінімальна допустима відстань між тарілками, які можуть забезпечити роботу гідравлічного затвору, повинна задовольняти умову:

$$h_{\text{м.т}} > h_{\text{пер}} \approx 1,8 \frac{\Delta p}{\rho_{\text{хв}} g},$$

або

$$0,6 > 1,8 \cdot \frac{390}{815 \cdot 9,81} = 0,048.$$

Висновок: умова виконується, забезпечуючи нормальну роботу гідравлічного затвору в переливному пристрої тарілки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

5.6 Розрахунок еліптичного днища

Вихідні дані до розрахунку:

| | |
|---|------------|
| - матеріал днища | 12X18H10T; |
| - діаметр колони D , м | 1,1; |
| - розрахунковий тиск p_R , МПа | 0,1; |
| - розрахункова температура t_R , К | 372; |
| - допустиме напруження $[\sigma]$, МПа | 172; |

Метою розрахунку є визначення товщини стінки еліптичного днища під дією внутрішнього тиску. Розрахунок виконано за методикою [12]. Розрахункову схему для визначення товщини стінки еліптичного днища наведено на рисунку 5.7.

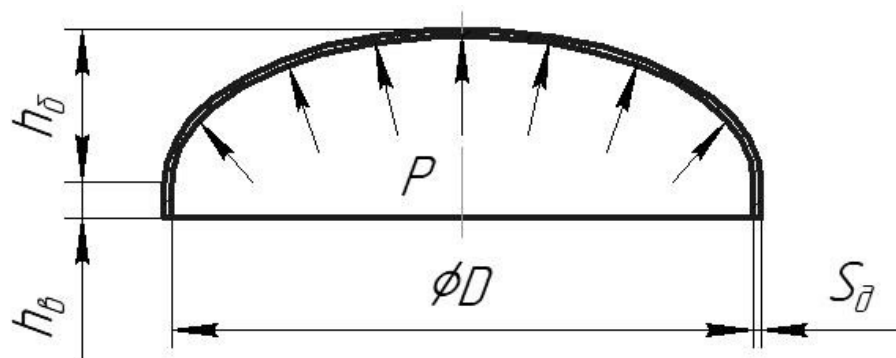


Рисунок 5.7 – Розрахункова схема для визначення товщини еліптичного днища

Для стандартних еліптичного днища, внутрішній радіус кривизни у вершині, м:

$$R_e = D = 1,1.$$

Розрахункова товщина стінки еліптичного днища, м:

$$S_{dR} = \frac{p_R \cdot R_e}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0,5 \cdot p_R} = \frac{0,1 \cdot 1,1}{2 \cdot 135 \cdot 1 - 0,5 \cdot 0,1} = 3,164 \cdot 10^{-4},$$

де $\varphi = 1$ - розрахунковий коефіцієнт міцності зварного шва для стикового з двобічним суцільним проваром, що виконується автоматичним або напівавтоматичним зварюванням за ГОСТ 14249-89.

Оскільки швидкість корозії, м:

$$v_{\text{кор}} \geq 5 \cdot 10^{-5},$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

то додаток до розрахункової товщини для компенсації корозії і ерозії, м:

$$C_1 = v_{\text{кор}} \cdot \tau + C_e = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 25 + 0 = 1,25 \cdot 10^{-3},$$

де $C_e = 0$ м - додаток який враховувати при переміщенні в апараті рідких середовищ зі швидкостями більше 20 м/с, газоподібних – більше 100 м/с.

Виконавча товщина стінки еліптичного днища у першому наближенні, м:

$$S^1 = S_{\text{дR}} + C_1 + C_0 = 3,161 \cdot 10^{-4} + 1,25 \cdot 10^{-3} + 6,434 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3},$$

де $C_0 = 6,434 \cdot 10^{-3}$ м - додаток до найближчої товщини стандартного днища ,що задовольняє технічні вимоги транспортування, монтажу та експлуатації [12].

Додаток до розрахункової товщини на компенсацію мінусового допуску[11], м:

$$C_2 = 0,8 \cdot 10^{-3}.$$

Технологічний додаток до розрахункової товщини [11], м:

$$C_3 = 0.$$

Відношення суми додатків C_2 і C_3 до товщини S^1 :

$$\frac{C_2 + C_3}{S^1} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3} + 0}{8 \cdot 10^{-3}} = 0,1 > 0,05.$$

Тоді сума додатків до розрахункової товщини, м:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 1,25 \cdot 10^{-3} + 0,8 \cdot 10^{-3} + 2,05 \cdot 10^{-3}.$$

Виконавча товщина стінки еліптичного днища, м:

$$S_{\text{д}} = S_{\text{дR}} + C + C_0 = 3,161 \cdot 10^{-4} + 2,05 \cdot 10^{-3} + 5,764 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3},$$

де $C_0 = 5,764 \cdot 10^{-3}$ м - додаток до найближчої товщини стандартного днища ,що задовольняє технічні вимоги транспортування, монтажу та експлуатації [12].

Висота еліптичного днища, м:

$$h_{\text{д}} = 0,25 \cdot D = 0,25 \cdot 1,1 = 0,275.$$

Перевірка умов застосування розрахункових формул:

$$\frac{S_{\text{д}} + C}{D} = \frac{10 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}}{1,1} = 0,007$$

$$0,002 < 0,005 < 0,1,$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

$$\frac{h_d}{D} = \frac{0,275}{1,1} = 0,25$$

$$0,2 < 0,25 < 0,5.$$

Умови виконується.

Допустимий внутрішній надлишковий тиск, МПа:

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - C)}{R_e + 0,5 \cdot (S - C)} = \frac{2 \cdot 174 \cdot 1 \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3})}{1,1 + 0,5 \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3})} = 1,872.$$

Перевірка умови міцності:

$$[P_R] \leq [P],$$

$$0,1 < 1,872.$$

Умова виконується, міцність забезпечена.

Висновок: розраховано товщину еліптичного днища для забезпечення умов міцності. Обрано стандартне еліптичне днище з товщиною - $8 \cdot 10^{-3}$ м.

5.7 Розрахунок штуцерів

Мета: обрати стандартні штуцери для входу та виходу сировини за тиском та умовним діаметром.

Схема до розрахунку діаметра штуцерів представлена на рисунку 5.8.

Вихідні дані до розрахунку:

| | |
|---|--------|
| Витрати суміші G_c , кг/с | 1,61. |
| Швидкість суміші ω_c , м/с | 2. |
| Середня густина суміші ρ_c , кг/м ³ | 758. |
| Витрати рідини G_x , кг/с | 0,99. |
| Швидкість рідини ω_x , м/с | 3,36. |
| Середня густина рідини ρ_x , кг/м ³ | 868. |
| Витрати пари G_y , кг/с | 1,542. |
| Швидкість пари ω_y , м/с | 1,094. |

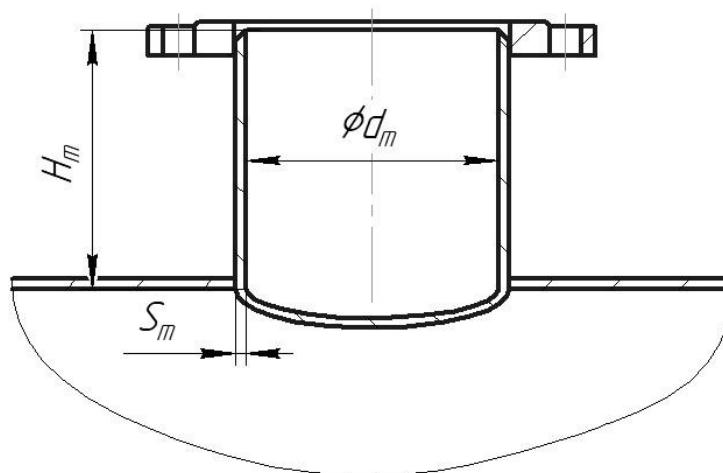


Рисунок 5.8 – Розрахункова схема штуцера

Розрахунок проводимо за [13].

Формула для визначення діаметрів штуцерів:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}$$

Визначення діаметра штуцера для входу вихідної суміші:

Приймаємо $\omega_c = 2$ м/с

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,61}{3,14 \cdot 458 \cdot 2}} = 0,036 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за [АТК 24,218,06-90]: $d_1 = 40$ мм.

Визначення діаметра штуцера для виходу парів дистилляту:

Формула для визначення діаметрів штуцерів:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}$$

Визначення діаметра штуцера для входу вихідної суміші:

Приймаємо $\omega_c = 2$ м/с

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,61}{3,14 \cdot 458 \cdot 2}} = 0,036 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за АТК 24,218,06-90: $d_1 = 40$ мм.

Визначення діаметра штуцера для виходу парів дистилляту:

Приймаємо $\omega = 35$ м/с.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ЛН51.066211.001 ПЗ

Арк.

50

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,542}{3,14 \cdot 1,106 \cdot 35}} = 0,146 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за АТК 24,218,06-90: $d_2 = 150 \text{ мм.}$

Визначення діаметра штуцера для подачі зрошення:

Приймаємо $\omega_x = 2 \text{ м/с.}$

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,999}{3,14 \cdot 868 \cdot 2}} = 0,027 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за [13]: $d_3 = 32 \text{ мм.}$

Визначення діаметра штуцера для виходу кубової рідини:

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с.}$

$$d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,999}{3,14 \cdot 868 \cdot 0,5}} = 0,054 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за [13]: $d_4 = 80 \text{ мм.}$

Визначення діаметра штуцера для повернення парів кубової рідини:

Приймаємо $\omega = 35 \text{ м/с.}$

$$d_5 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,542}{3,14 \cdot 1,106 \cdot 35}} = 0,225 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний штуцер за АТК 24,218,06-90: $d_5 = 250 \text{ мм.}$

Результати розрахунків занесені до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку штуцерів

| Призначення штуцера | Діаметр , мм |
|----------------------------|--------------|
| Вхід сировини | 40 |
| Вихід парів дистиляту | 150 |
| Подача зрошення | 40 |
| Вихід парів кубової рідини | 250 |
| Вихід продукту з куба | 80 |

Висновок: за розрахунками було обрано штуцери, які забезпечать необхідні швидкості руху теплоносіїв.

5.8 Вітрове навантаження

5.8.1 Вихідні данні

Колона має постійне по висоті перерізу діаметром $D=1.1$ м, висота колони $H=16.8$ м, висота опорної обичайки $1,5$ м.

Товщина стінки корпусу $S=0,01$ м, прибавка до розрахункової товщини $C=0,006$ м . вага апарата. На колоні розташовані дві площадки с поверхнею $2,5$ м². Висота розташування площадок 15 та 10 м. матеріал корпусу Сталь 08Х18Н10Т, розрахункова температура стінки $t_R=40^\circ\text{C}$. Район установки колони – м. Київ.

Алгоритм розрахунку наведено [15, 22 – 36]

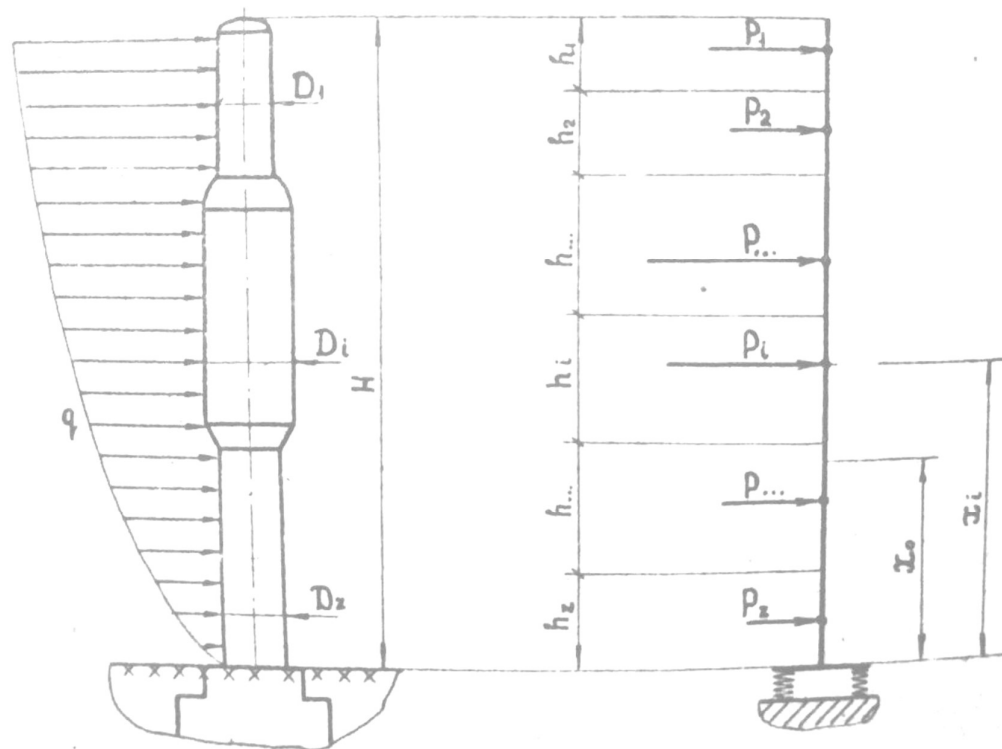
5.8.2 Розрахункова схема

Колонний апарат розглядається у вигляді консольного вертикального стержня з пружними защемленнями (рисунок 5.9). У загальному випадку задача вирішується для стержня з трьома частинами, з різними жорсткостями, що враховано в програмі розрахунку. Можуть бути задані діаметри D_1, D_2, D_3 , товщини стінок S_1, S_2, S_3 , та висоти H_1, H_2, H_3 частин з різними жорсткостями.

Вітрове навантаження змінюється по висоті x колони. Тому стержень умовно ділиться на z частин з висотою h кожний . Розподілене вітрове навантаження на кожній ділянці замінюється рівнодіючою концентрованою силою P , прикладеною у центрі ваги ділянки. Розділення на ділянки рекомендується виконати так, щоб висота не перевищувала 10 м, а діаметр не змінювався на кожній ділянці.

Розділимо апарат на $z=5$ ділянок з висотою $h=3.36$ м. вага кожного з них

$$G_i = G / z = 148000 / 5 = 29600 \text{ Н.}$$



q – епюра швидкісного напору вітру; $P_1 \dots P_z$ – рівнодіючі вітровому навантаженню; x_0 – відстань до розрахункового перерізу.

Рисунок 5.9. – Схема дії вітрового навантаження

Центр ваги прикидаємо розташованим посередині ділянки. Нумерація ділянок проводиться зверху. Відстань x до центра ваги:

$$x_1 = 15,12 \text{ м}, x_2 = 11,76 \text{ м}, x_3 = 8,4 \text{ м}, x_4 = 5,05 \text{ м}, x_5 = 1,6 \text{ м}.$$

В програмі розрахунку перераховані величини є вихідними даними.

5.8.3 Визначення вітрового навантаження на колону

Момент інерції перерізу фундаменту:

$$J_F = 1,3 \cdot J_k = 1,3 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot D_k^4 = 1,3 \cdot \frac{3,14}{64} \cdot 1,120^4 = 0,1 \text{ м}^4,$$

де J_k – момент інерції суцільного перерізу з діаметром , рівним діаметру D_k фундаментального кільця опори.

Момент інерції основного верхнього металевого перерізу колони:

$$J_1 = \frac{\pi}{64} \cdot \left((D_1 + 2S_4 - 2C)^4 - D^4 \right) =$$

$$= \frac{3,14}{64} \cdot \left((1,12 + 2 \cdot 0,01 - 2 \cdot 0,006)^4 - 1,1^4 \right) = 7,598 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

Так як колона має постійні перерізи, то $J_1 = J_2 = J_3$.

Тут $J_{1,2,3}$ – моменти перерізу частин колони, що не відрізняються діаметрами $D_1 = D_2 = D_3$. або товщина ми стінок $S_1 = S_2 = S_3$.

Період основного тону коливань стержня постійного перерізу з жорсткою закладкою.

$$T_0 = 1,8 \cdot H \sqrt{\frac{G}{g} \cdot \frac{H}{E \cdot J_1}} = 1,8 \cdot 16,8 \sqrt{\frac{148000}{9,81} \cdot \frac{16,8}{1,98 \cdot 10^{11} \cdot 7,598 \cdot 10^{-3}}} = 0,393 \text{ с}$$

Період основного тону особистих коливань пружного защемлення стержня постійного перерізу розраховується по формулі

$$T = T_0 \sqrt{1 + \frac{4E \cdot J_1}{H \cdot C_F \cdot J_F}} = 0,393 \cdot \sqrt{1 + \frac{4 \cdot 1,98 \cdot 10^{11} \cdot 7,598 \cdot 10^{-3}}{16,8 \cdot 1 \cdot 10^8 \cdot 0,1}} = 2,378$$

Котра отримується для стержня з рівномірно розподіленою по висоті масою.

Коефіцієнт рівномірності стиснення ґрунту

Ґрунти середньої щільності C_F , Н/м³ 10⁸.

Для подальших розрахунків потрібні наступні коефіцієнти, які можна отримати за діаграмами (рисунок 5.10)

$$\mu = 2,$$

$$\Delta = 2,6,$$

$$\lambda = 2,35,$$

$$\gamma = \frac{2}{H} \left(H^3 (\Delta + \mu) + H^3 \cdot \mu + 2 \cdot 1 \cdot H_1 \cdot H_2 \cdot H_3 \right) =$$

$$= \frac{2}{16,8} \left(16,8^3 (2,6 + 2) + 16,8^3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 \cdot 16,8 \cdot 16,8 \cdot 16,8 \right) = 17,2.$$

Коефіцієнт β_i для кожної з ділянок визначається по діаграмі (рисунок 5.11):

$$\beta_1 = 0,848, \beta_2 = 0,558, \beta_3 = 0,305, \beta_4 = 0,116, \beta_5 = 0,012.$$

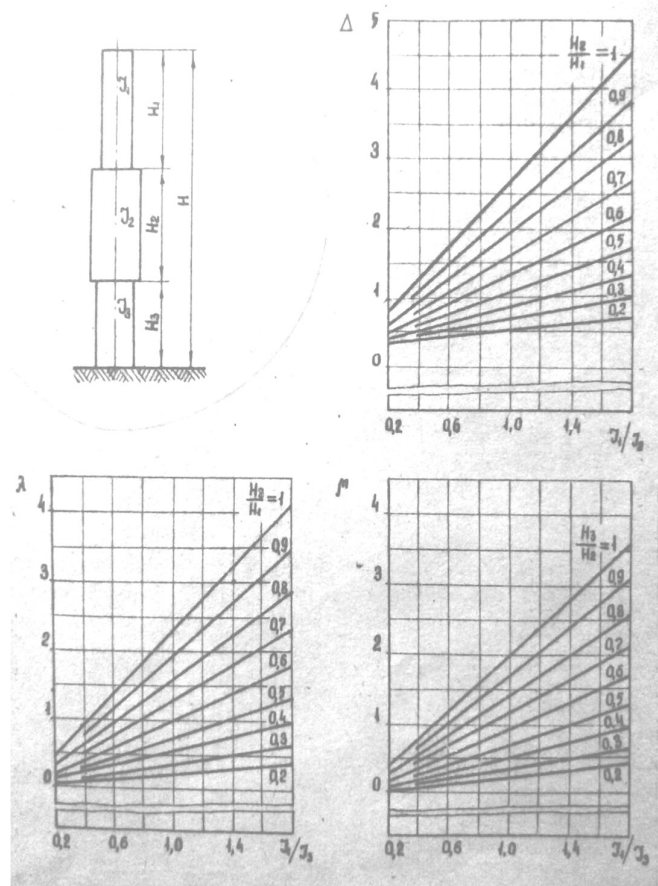


Рисунок 5.10. – Діаграми для визначення коефіцієнтів μ , Δ , λ

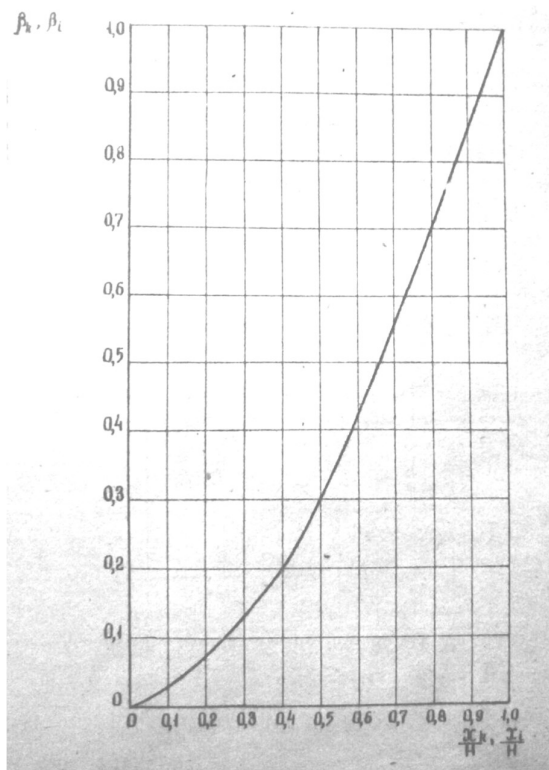


Рисунок 5.11. – Діаграма для визначення коефіцієнтів β_k, β_i

Відносне переміщення центрів ваги ділянок

$$\alpha_i = \gamma \frac{H}{2E \cdot J} \cdot \beta_i + \frac{x_i}{H \cdot C_F \cdot J_F}, \frac{1}{\text{Нм}}$$

$$\alpha_1 = 2,111 \cdot 10^{-8}, \alpha_2 = 1,568 \cdot 10^{-8}, \alpha_3 = 1,052 \cdot 10^{-8}, \alpha_4 = 5,827 \cdot 10^{-9}, \alpha_5 = 1,672 \cdot 10^{-9}.$$

Коефіцієнт θ_i , що враховує зміни швидкості напору по висоті апарата визначається за [15, 26 с]:

$$\theta_1 = 1,141; \theta_2 = 1,053; \theta_3 = 1; \theta_4 = 1; \theta_5 = 1.$$

На висоті нижче 10 м коефіцієнт $\theta = 1$. Тому $\theta_3 = \theta_4 = \theta_5 = 1$.

Нормативний швидкісний напір q_0 на висоті нижче 10 м залежить від географічного району, в якому планується установка апарату.

В таблиця 5.5. дані значення географічного району для визначення швидкісних напорі.

Таблиця 5.5 Значення швидкісного напору

| Території по швидкісним потокам | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Швидкісний напір вітру | 270 | 350 | 450 | 550 | 700 | 850 | 1000 |

Київ знаходиться в районі де швидкісний напір вітру $q_0 = 350 \text{ Н/м}^2$.

Нормативне значення статичної складової вітрового навантаження по середині і-ї ділянки, Н/м^2 :

$$q_{ist} = q_0 \cdot \theta_i \cdot k,$$

де $k=0,7$ – аеродинамічний коефіцієнт[15];

$$q_{1st} = q_0 \cdot \theta_1 \cdot k = 350 \cdot 1,053 \cdot 0,7 = 280;$$

$$q_{2st} = 258, q_{3st} = 245, q_{4st} = 245, q_{5st} = 245.$$

Статична складова на і-й ділянці $P_{ist} = q_{ist} \cdot D_i \cdot h_i$. Для мого прикладу навантаження D_i колони і висоти ділянок h_i однакові і відповідають $D_i = 1,12 \text{ м}$ і $h_i = 3,36 \text{ м}$.

Статична складова для першої ділянки:

$$P_{ist} = 318 \cdot 1,016 \cdot 5 = 1613 \text{ Н.}$$

На інших ділянках, Н:

$$P_{2st} = 971;$$

$$P_{3st} = P_{4st} = P_{5st} = 922.$$

Коефіцієнт пульсацій швидкісного напору m_i для середини i -ї ділянки визначається по графіку (рисунок 5.12):

$$m_1 = 0,562; \quad m_2 = 0,585; \quad m_3 = m_4 = m_5 = 0,6.$$

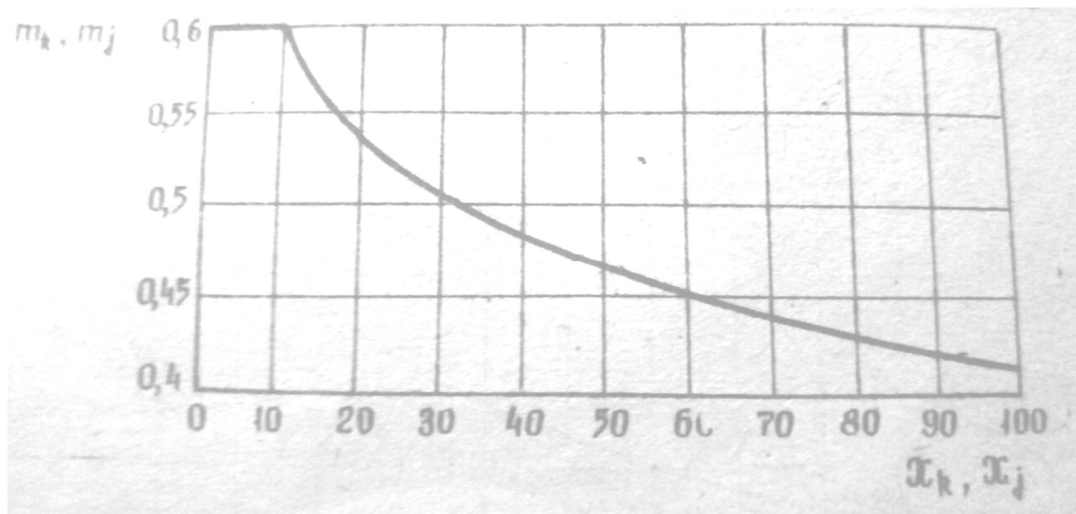


Рисунок 5.12. – Графік для визначення коефіцієнта m_i

Приведене відносне прискорення центра ваги i -ї ділянки:

$$\eta_i = \alpha_i \frac{\sum_{i=1}^z \alpha_i \cdot m_i \cdot P_{ist}}{\sum_{i=1}^z \alpha_i^2 \cdot G_i}.$$

Для першої ділянки:

$$\eta_1 = \alpha_1 \frac{\sum_{i=1}^z \alpha_i \cdot m_i \cdot P_{ist}}{\sum_{i=1}^z \alpha_i^2 \cdot G_i} = 2,111 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{3,151 \cdot 10^{-5}}{2,484 \cdot 10^{-11}} = 0,027;$$

$$\eta_2 = 0,02; \quad \eta_3 = 0,013; \quad \eta_4 = 7,394 \cdot 10^{-3}; \quad \eta_5 = 2,122 \cdot 10^{-3}.$$

Безрозмірний параметр:

$$\varepsilon = \frac{T\sqrt{q_0}}{840};$$

$$\varepsilon = \frac{2,378\sqrt{350}}{840} = 0,053.$$

Коефіцієнт ν , встановлюючий кореляцію пульсацій швидкості вітру, визначається по таблиці 5.6 в залежності від безрозмірного параметра ε .

Таблиця 5.6 - Визначення висоти апарата за безрозмірним коефіцієнтом

| Безрозмірний параметр ε | Висота апарата, м | | |
|-------------------------------------|-------------------|------|------|
| | 45 | 60 | 120 |
| $<0,05$ | 0,7 | 0,65 | 0,6 |
| $<0,1$ | — | 0,75 | 0,65 |
| $<0,2$ | — | — | 0,75 |

В розглянутій задачі $\nu = 0,75$, так як $\varepsilon < 0,1$ і $H=16,8$ м.

Коефіцієнт динамічності ζ визначається по графіку (рис.7):

$$\zeta = 2,27.$$

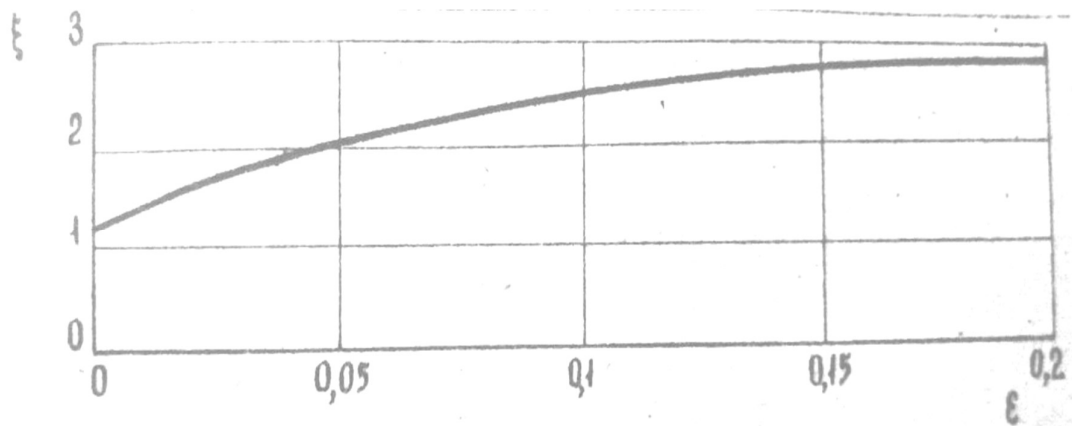


Рисунок 5.13. – Графік для визначення коефіцієнта ζ .

Динамічна складова вітрового навантаження на i -й ділянці, Н:

$$P_{dyn} = \nu \cdot G_i \cdot \zeta \cdot \eta_i.$$

На першій ділянці, Н:

$$P_{1dyn} = v \cdot G_1 \cdot \zeta \cdot \eta_1 = 0,75 \cdot 29600 \cdot 2,036 \cdot 0,027 = 1211.$$

На інших ділянках, Н:

$$P_{2dyn} = 900; \quad P_{3dyn} = 604; \quad P_{4dyn} = 334; \quad P_{5dyn} = 95.$$

Вітрове навантаження на першій і наступних ділянках, Н:

$$P_1 = P_{1dyn} + P_{1st} = 1211 + 1052 = 2263;$$

$$P_2 = 1870; \quad P_3 = 1525; \quad P_4 = 1256; \quad P_5 = 1018.$$

5.8.4. Вигинаючий момент в розрахунковому перерізі

Вигинаючий момент в розрахунковому перерізі визначається як сума вигинаючого момента M_v в перерізах від вітрового навантаження на колонний апарат и вигинаючого момента M в перерізах від вітрового навантаження, діючий на площу.

Значення вигинаючого момента M_v розраховується в перерізі Z–Z, відповідним сполученню колони з опорною обичайкою.

Відстань від перерізу, що розраховуємо $x_0 = 1,5$. Методика розрахунку вигинаючого моменту однакова для будь-якого перерізу:

$$M_v = \sum_{i=1}^n P(x_i - x_0).$$

де n – число ділянок до перерізу, що розраховуємо.

В моєму прикладі $n=5$, так як $x_0=1,5$ м:

$$M_v = 1,57 \cdot 10^5.$$

Вигинаючий момент M_j в розрахунковому перерізі на висоті x_0 від діючого вітрового навантаження на j -у ділянку обслуговування визначається по формулі:

$$M_j = 0,85 \cdot q_0 \cdot \theta_j (x_j - x_0) (1 + 0,75 \zeta \cdot m_j \cdot x_j) \cdot A_j;$$

$$m_{j1} = 0,6 \left(\frac{x_1}{23} \right)^{-0,16} = 0,6 \left(\frac{25,12}{23} \right)^{-0,16} = 0,642;$$

$$m_{j2} = 0,6 \left(\frac{x_2}{15} \right)^{-0,16} = 0,6 \left(\frac{11,76}{15} \right)^{-0,16} = 0,624;$$

$$\theta_{j1} = \left(\frac{x_1}{23} \right)^{0,32} = \left(\frac{22,5}{23} \right)^{0,32} = 0,874;$$

$$\theta_{j2} = \left(\frac{x_1}{15} \right)^{0,32} = \left(\frac{11,76}{15} \right)^{0,32} = 0,925.$$

Вигинаючий момент у перерізі на висоті $x_0=1,5$ м, Н·м:

$$M_j = 0,85 \cdot 350 \cdot 0,874 (23 - 1,5) (1 + 0,75 \cdot 2,036 \cdot 0,642 \cdot 1,34) \cdot 2,5 + \\ + 0,85 \cdot 350 \cdot 0,925 (15 - 1,5) (1 + 0,75 \cdot 2,036 \cdot 0,624 \cdot 0,72) \cdot 2,5 = 4,8 \cdot 10^4.$$

Сумарний вигинаючий момент в розрахунковому перерізі, Н·м:

$$M_1 = M_v + M_j = 6,509 \cdot 10^4 + 4,8 \cdot 10^4 = 1,131 \cdot 10^5.$$

5.8.5. Перевірка міцності корпусу

5.8.5.1. Розрахунок в робочих умовах

Вихідні данні: внутрішній діаметр колони $D=1,1$ м ; товщина стінок $S=0,01$ м; додаток до товщини $C=0,006$; вага колони $G=146$ кН; вигинаючий момент $M = 1,131 \cdot 10^5$ Н·м ; розрахунковий зовнішній тиск $P=0,1$ МПа; розрахункова температура стінки $t_R=40^\circ\text{C}$.

По вихідним даним приймаємо $[\sigma]=135$ МПа, $\varphi_T = \varphi_N = 0,9$. Розрахунок проводжу для перерізу III–III у місці з'єднання корпусу та обичайки. У розрахунковому перерізі: діють навантаження: осьова стискаюча сила $F = 0,34$ МН, дорівнює вазі колони. Вигинаючий момент від вітрового навантаження $M = 0,113$ МН·м, $P=0,1$ МПа.

Меридіальні напруження на повітряній стороні, МПа :

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

$$\sigma_{N1} = \frac{p(D+S)}{4(S-C)} + \frac{F}{\pi D(S-C)} + \frac{4M}{\pi D^2(S-C)} =$$

$$= \frac{-0,1(1,1+0,01)}{4(0,01-0,006)} + \frac{0,34}{3,14 \cdot 1,1(0,01-0,006)} + \frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 1^2(0,01-0,006)} = 57.$$

Напруження σ_{N2} на повітряній стороні, МПа :

$$\sigma_{N2} = \frac{p(D+S)}{4(S-C)} + \frac{F}{\pi D(S-C)} + \frac{4M}{\pi D^2(S-C)} =$$

$$= \frac{-0,1(1,1+0,01)}{4(0,01-0,006)} + \frac{0,34}{3,14 \cdot 1,1(0,01-0,006)} - \frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 1^2(0,01-0,006)} = -15,258.$$

Кільцеве напруження, МПа :

$$\sigma_t = \frac{P(D+S)}{2(S-C)} = \frac{-0,1(1+0,01)}{2(0,01-0,006)} = -12,625.$$

Еквівалентне напруження на повітряній стороні, МПа :

$$\sigma_{екв1} = \sqrt{\sigma_{N1}^2 - \sigma_{N1} \cdot \sigma_t \frac{\varphi_T}{\varphi_N} + \left(\sigma_t \frac{\varphi_T}{\varphi_N} \right)^2} =$$

$$= \sqrt{56,773^2 - 56,773 \cdot (-12,625) \frac{0,9}{1} + \left((-12,625) \frac{0,9}{1} \right)^2} = 62,$$

де $\varphi_N = 1$ - коефіцієнт.

Еквівалентне напруження на повітряній стороні, МПа :

$$\sigma_{екв1} = \sqrt{\sigma_{N2}^2 - \sigma_{N2} \cdot \sigma_t \frac{\varphi_T}{\varphi_N} + \left(\sigma_t \frac{\varphi_T}{\varphi_N} \right)^2} =$$

$$= \sqrt{(-15,258)^2 + 15,258 \cdot (-12,625) \frac{0,9}{1} + \left((-12,625) \frac{0,9}{1} \right)^2} = 23.$$

Перевірка умов міцності , на повітряній стороні:

$$\sigma_{екв1} \leq 131,5,$$

$$62 \leq 131,5.$$

Умова міцності виконується.

З підвітряного боку :

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 61 |

$$\sigma_{N2} \leq 135,$$

$$23 \leq 135.$$

Висновок: виконано розрахунок на вітрове навантаження, умова міцності виконується.

5.8.6. Розрахунок колонного апарата на стійкість

По вихідним даним приймаємо $[\sigma] = 135 \text{ МПа}$. У розрахунковому перерізі: діють навантаження: осьова стискаюча сила $F = 0,148 \text{ МН}$. Вигинаючий момент від вітрового навантаження $M = 0,113 \text{ МН} \cdot \text{м}$, $P = 0,1 \text{ МПа}$.

Допустиме осьове стискуjące зусилля з умов місцевої стійкості в межах пружності, МН:

$$\begin{aligned} [F]_{E1} &= \frac{310 \cdot 10^{-6} \cdot E}{n_y} \cdot D^2 \cdot \left[\frac{100 \cdot (S - C)}{D} \right]^2 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot (S - C)}{D}} = \\ &= \frac{310 \cdot 10^{-6} \cdot 1,94 \cdot 10^5}{2,4} \cdot 1,1^2 \cdot \left[\frac{100 \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3})}{1,1} \right]^2 \cdot \\ &\quad \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3})}{1,1}} = 6,507 \end{aligned}$$

Гнучкість:

$$\lambda = \frac{2,83 \cdot H}{D + S - C} = \frac{2,83 \cdot 16,8}{1,1 + 8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}} = 42,989$$

Допустиме осьове стискуjące зусилля з умов стійкості в межах пружності, МН:

$$\begin{aligned} [F]_{E2} &= \frac{\pi \cdot (D + S - C) \cdot (S - C) \cdot E}{n_y} \cdot \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 = \\ &= \frac{3,14 \cdot (1,1 + 8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}) \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}) \cdot 1,94 \cdot 10^5}{2,4} \cdot \left(\frac{3,14}{42,989} \right)^2 = 8,924 \end{aligned}$$

Допустиме осьове стискуjące зусилля з умов стійкості, МН:

$$[F]_{E1} = \min \{ [F]_{E1}; [F]_{E2} \} = \min \{ 8,924; 6,507 \} = 6,507$$

Допустиме осьове стискуjące зусилля з умов міцності, МН:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |

$$[F]_p = \pi \cdot (D + S - C) \cdot (S - C) \cdot [\sigma] = \\ = (1,1 + 8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}) \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,05 \cdot 10^{-3}) \cdot 135 = 2,791$$

Допустиме осьове стискуjące зусилля, МН:

$$[F] = \frac{[F]_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_p}{[F]_E}\right)^2}} = \frac{2,791}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,791}{6,507}\right)^2}} = 2,565$$

Допустимий згинаючий момент з умов міцності, МН·м:

$$[M]_p = \frac{D}{4} \cdot [F]_p = \frac{1,1}{4} \cdot 2,791 = 0,767$$

Допустимий згинаючий момент з умов стійкості, МН·м:

$$[M]_E = \frac{D}{3,5} \cdot [F]_{E1} = \frac{1,1}{3,5} \cdot 6,507 = 2,045$$

Допустимий згинаючий момент, МН·м:

$$[M] = \frac{[M]_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{[M]_p}{[M]_E}\right)^2}} = \frac{0,767}{\sqrt{1 + \left(\frac{0,767}{2,045}\right)^2}} = 0,654$$

Перевірка колони на стійкість:

$$\frac{M}{[M]} + \frac{F}{[F]} = \frac{0,146}{2,564} + \frac{0,113}{0,654} = 0,23 < 1, \text{ умова стійкості виконується}$$

Висновок: умова стійкості і міцності в розрахованому апараті виконується

5.9 Вибір опори колонного апарата

Метою даного вибору опори є встановлення відпарного колонного апарата на фундамент, який здійснюємо за двома параметрами: діаметром і вагою апарата.

Опора циліндрична, виконання В. Розрахунок проводимо для робочих умов. Зварний кільцевий шов знаходиться поза зони отвору. Район ректифікаційної колони тарілчастого типу знаходиться в м. Київ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.14.

Вихідні дані:

| | |
|--|---------|
| діаметр апарата D , м | 1,1; |
| товщина циліндричної обичайки S , м | 0,010; |
| висота колони h_k , м | 12,6; |
| маса фланців і арматури $M_{фл}$, кг | 400; |
| густина матеріалу корпусу ρ , кг/м ³ | 7920; |
| об'єм днища $V_{дн}$, м ³ | 0,1568; |
| густина рідини при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ρ_v , кг/м ³ | 868. |

Розрахунок ведемо по методиці, приведений в [13].

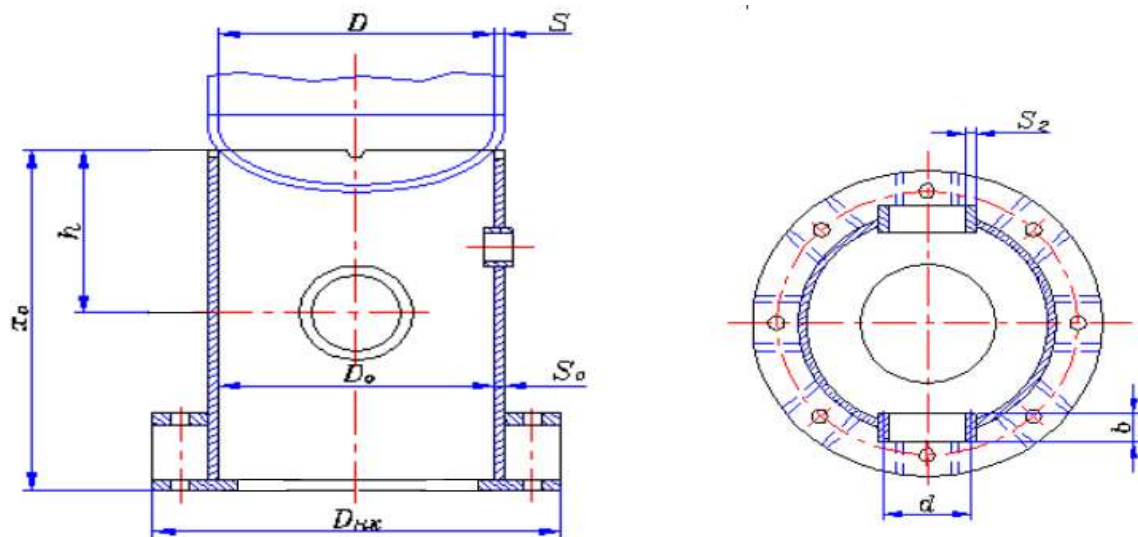


Рисунок 5.14 – Конструкція циліндричної опори для відпарної ректифікаційної колони.

Маса корпусу колони:

$$M_k = h_k \pi D S \rho = 12,6 \cdot 3,14 \cdot 1,1 \cdot 0,010 \cdot 7920 = 3448 \text{ кг}$$

Маса кришки та днища відпарної колони:

$$M_{кр} = M_{дн} = 150,2 \text{ кг.}$$

Маса порожнього апарата:

$$M_{ап} = (M_k + 2 \cdot M_{кр} + M_{фл}) \cdot 1,3 = (3448 + 150,2 \cdot 2 + 400) \cdot 1,3 = 5394 \text{ кг.}$$

Навантаження порожнього апарата:

$$Q_{an} = M_{an}g = 5394 \cdot 9,81 = 52912 \text{ Н} = 0,05291 \text{ МН}$$

Об'єм апарата:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h_k = \frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} \cdot 12,6 = 11,97 \text{ м}^3.$$

Маса води в апараті:

$$M_b = V\rho_b = 11,97 \cdot 998 = 11950 \text{ кг.}$$

Навантаження апарата на опори під час гідравлічних випробувань:

$$Q_{an}^u = (M_{an} + M_b)g = (5394 + 11950) \cdot 9,81 = 170144 \text{ Н} = 0,1701 \text{ МН.}$$

Висновок: виходячи з того, що $Q_{\max} = Q_{an}^u = 0,1701 \text{ МН}$,

$Q_{\min} = Q_{an} = 0,05291 \text{ МН}$ вибираємо циліндричну опору типу 3 згідно ОСТ 26-467-78 по Q_{\min} .

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

6 Рекомендації з монтажу і експлуатації

Рекомендації розроблені відповідно до матеріалів викладених в [14].

Даний пункт містить рекомендації щодо забезпечення нормальної експлуатації апарата та умови проведення монтажу, які включають: спосіб проведення монтажу апарата, вимоги щодо положення апарата та окремих його частин, умови проведення випробувань, та шляхи забезпечення правильної експлуатації апарата.

Проектування окремих елементів та цілих посудин (включаючи запасні та змінні частини), та інструкція для транспортування та виконання монтажних робіт розробляються конструктором або організацією, що отримала дозвіл Держнаглядохоронпраці України для проведення відповідних роботи. При необхідності внесення змін в проекти та нормативні документи потрібно узгоджувати результати змін з організаціями-розробниками проектів та нормативних документів.

Конструкція повинна бути спроектована і виготовлена так, щоб вона була довговічною, безпечною в експлуатації та працездатною протягом заданого періоду служби, та давала можливість виявити та попередити завчасно можливі виходи з ладу. В технічній документації виробу вказують максимально можливий розрахований незламний строк служби апарата.

Для монтажу даного апарата рекомендується застосовувати метод підйому, оскільки даний апарат має великі габарити та масу. Для підймання та переміщення апарата під час монтажу використовують вантажопідйомні пристрої, вантажопідйомність яких достатня для підймання спроектованого апарата, а також він обладнаний ланцюгами або канатами які забезпечать охоплення всього апарата. Ланцюги або канати, які використовують при підйманні апарата повинні мати таку розривну напругу, яка буде перевищувати напруження, які викликати маса апарата. Фундамент повинен мати масу більшу за масу ректифікаційної колони в 1,5 – 2 рази. Основний матеріал фундаменту – бетон.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

Під час встановлення апарата проводять перевірку на відхилення від горизонтальних та вертикальних міток напряму та відхилення осей від осей в проектній документації.

Після встановлення апарата отримані відхилення головних осей не повинні перевищувати ± 20 мм. Габаритний розмір встановленого апарата по висоті може перевищувати розроблений не більш ніж на 10 мм. По вертикальній осі апарат може відхилятися на 3 мм на кожен метр висоти, але не більше ніж на 35 мм на всю висоту апарата.

Під час монтажу окремих частин апарата звертають увагу на відхилення в розташуванні фланцевих з'єднань. При монтажі комплектних деталей необхідно досягти співвісності всіх роз'ємних з'єднань. Також необхідно досягти співвісності трубопроводів, які монтуватимуть для підключення насосів та іншого обладнання.

Апарат проходить випробування після того, як закінчуються все монтажні та збиральні роботи. Перед випробуванням проводять підготовчі роботи та оглядають апарат і всі вузли сполучення. Також при огляді особливу увагу звертають на кришки, прилади, арматуру, прокладки, болти, заглушки та інші деталі, які впливають на герметичність апарата.

Випробування складаються з гідравлічного та пневматичних випробувань апарата разом з під'єднаними трубопроводами на випробувальний тиск, вказаний в проектних розрахунках. Під час випробування знову перевіряють герметичність місць де встановлені крани, клапани, вентилі та інші прилади, а також перевіряють щільність роз'ємних з'єднань.

В акт випробування заносять всі дефекти та недоліки конкретного апарата, які були виявлені під час монтажу та випробувань.

Апарат вважають прийнятим в експлуатацію відразу після підписання акту прийому робіт монтажної компанії.

За рахунок впровадження обліку робіт та його ведення досягається правильна та безпечна експлуатація апарата.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 67 |

7 Рівень стандартизації та уніфікації

Використання в апаратах стандартних та уніфікованих деталей сприяє скороченню витрат, спрощує ремонт обладнання та зменшує час необхідний для обслуговування. Стандартні деталі є взаємозамінними, та не потребують спеціального обладнання для монтажу.

Рівень стандартизації та уніфікації визначає насичення виробу стандартизованими та уніфікованими деталями, та оцінюється відповідними коефіцієнтами.

Розрахунок ведеться за [15].

Коефіцієнт стандартизації :

$$K_c = \frac{n_c}{n_{\text{заг}}} = \frac{278}{347} = 0,8,$$

де n_c - кількість стандартних деталей, $n_c = 278$;

$n_{\text{заг}}$ - загальна кількість деталей, $n_{\text{заг}} = 347$.

Коефіцієнт уніфікації визначаємо із залежності :

$$K_y = \frac{n_c + n_{\text{ун}}}{n_{\text{заг}}} = \frac{208 + 60}{226} = 0,97,$$

де $n_{\text{ун}}$ -кількість уніфікованих деталей, $n_{\text{ун}} = 60$.

Висновок: розраховано коефіцієнти стандартизації та уніфікації, які становлять: $K_c = 0,8$; $K_y = 0,97$.

8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації

8.1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності вдосконалення

Масообмінні апарати широко використовуються у всіх існуючих галузях промисловості. Дана ректифікаційна колона використовується для розділення суміші етанол-вода.

На основі відомої ректифікаційної колони, що містить, дві кришки, штуцери, а також масообмінні тарілки із закріпленими на них ковпачками, було запропоноване покращення.

Вдосконалення полягає в тому, щона масообмінні тарілки додатково встановлюються сітчастий елемент над ковпачками, що дозволяє отримати стабільну рушійну силу шляхом зменшення повздовжнього перемішування. Ці удосконалення забезпечують покращення ефективності та ККД тарілки без істотного ускладнення конструкції та збільшення габаритів апарата.

Таким чином виконані роботи дозволяють зменшити металоємність.

Алгоритм техніко-економічних показників базового та модернізованого апаратів представлено в [16].

8.2 Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по вдосконаленню ректифікаційної колони

Вдосконалення апарата розраховуємо у відповідності зі ступенем складності та обсягів проектно-конструкторської документації, яку необхідно розробити на етапи конструкторської підготовки. Модернізація діючого устаткування означає його вдосконалення з метою попередження або усунення фізичного зносу, техніко-економічного старіння та підвищення його технічних параметрів до рівня сучасних вимог.

Економічно доцільно здійснювати модернізацію устаткування під час проведення його капітального ремонту. Зазвичай вдосконалення устаткування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

хімічної галузей промисловості забезпечує збільшення його продуктивність на 10-18%, а здійснені згідно з нею витрати не перевищують половини вартості нових знарядь виробництва аналогічного призначення.

Розрахунки ефективності на проведення модернізації устаткування полягають у визначенні коефіцієнта ефективності витрат, який розраховується за формулою:

$$n_{pi} = 1 - \frac{M_i + S_{ei}}{K_{Hi} + \alpha\beta + S_{\alpha i}},$$

де M_i – сукупні витрати на проведення модернізації устаткування, грн.; (поточних);

S_{ei} – перевищення експлуатаційних витрат модернізованого устаткування порівняно з новим аналогічним устаткуванням, грн;

K_{Hi} – оптова ціна придбання нового аналогічного устаткування, грн.

α – коефіцієнт співвідношення продуктивності модернізованого устаткування та аналогічного нового устаткування;

β – коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу модернізованого устаткування та аналогічного нового устаткування;

$S_{\alpha i}$ – втрати від недоамортизації устаткування, яке підлягає модернізації.

Величина сукупних витрат на модернізацію устаткування може бути розрахована по формулі:

$$M_i = \Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} \cdot K_i = 220000 \cdot 0,06 = 13200 \text{ грн},$$

де $\Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}}$ – первісна (відновлена) вартість устаткування, яке підлягає модернізації, згідно даних підприємств, де експлуатується аналогічне обладнання, первісна вартість ректиф. колони $\Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} = 220$ тис. грн.;

K_i – коефіцієнт витрат, величина якого залежить від виду і типу устаткування, яке підлягає модернізації, в даному випадку $K_i = 0,06$ для теплообмінних апаратів.

Модернізоване устаткування у процесі подальшої експлуатації, як правило, вимагає більш високих експлуатаційних (поточних) витрат у порівнянні з

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 70 |

аналогічним новим устаткуванням.

Експлуатаційні (поточні) витрати при роботі устаткування складаються з таких витрат:

- витрати паливно-мастильних матеріалів;
- витрати на придбання та виготовлення необхідних запасних частин;
- витрат на оплату праці ремонтного персоналу;
- інші поточні експлуатаційні витрати.

З достатнім для розрахунків ступенем точності, який базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина перевищення експлуатаційних (поточних) витрат по модернізованому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням S_{e_i} може бути розрахована по формулі:

$$S_{e_i} = q_{b_i} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} - q_{b_n} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}} = 0,12 \cdot 220000 - 0,1 \cdot 250000 = 1400 \text{ грн},$$

де q_{b_i} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат устаткування, яке підлягає модернізації, в даному випадку $q_{b_i} = 0,12$ – для ректифікаційних колон;

q_{b_n} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат аналогічного нового устаткування, в даному випадку $q_{b_n} = 0,1$ для ректифікаційних колон;

$\Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}} = 250000$ грн – первісна вартість нового (аналогічного) устаткування.

Коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу модернізованого устаткування та аналогічного нового:

$$\beta = \frac{T_{\text{мод}}}{T_{\text{нов}}} = \frac{10250}{9700} = 1,057,$$

де $T_{\text{мод}}$ – тривалість ремонтного циклу устаткування, яке підлягає модернізації;

$T_{\text{нов}}$ – тривалість ремонтного циклу аналогічного нового устаткування.

Коефіцієнт співвідношення продуктивності вдосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування α розраховується по формулі [14]:

$$\alpha = \frac{\Pi_i}{\Pi_{\text{нов}}} = \frac{1,2}{1,611} = 0,7448,$$

де $\Pi_i = 1,2$ кг/с – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу устаткування, яке підлягає модернізації;

$\Pi_{\text{нов}} = 1,611$ кг/с – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу аналогічного нового устаткування.

Таблиця 8.1 – Значення коефіцієнту ефективності витрат n_{p_i} на модернізацію устаткування.

| Величина коефіцієнта n_{p_i} | Висновок щодо доцільності модернізації устаткування |
|--------------------------------|---|
| $n_{p_i} > 0$ | Модернізація устаткування з економічної точки зору доцільна |
| $n_{p_i} < 0$ | Модернізація устаткування з економічної точки зору недоцільна. Доцільним є придбання нового устаткування. |
| $n_{p_i} = 0$ | Рішення про модернізацію устаткування приймається, виходячи з конкретних виробничих обставин. |

Коефіцієнт ефективності витрат:

$$n_{p_i} = 1 - \frac{M_i + S_{e_i}}{K_{H_i} + \alpha\beta + S_{\alpha_i}} = 1 - \frac{13200 + 1400}{250000 + 1,11 \cdot 1,057 + 0} = 0,94$$

де $S_{\alpha_i} = 0$ – втрати від не до амортизації устаткування, яке підлягає модернізації;

K_{H_i} – оптова ціна придбання нового аналогічного устаткування, грн.

Висновок: оскільки $n_{p_i} = 0,94 > 0$, то модернізація устаткування з економічної точки зору доцільна.

Висновки

В дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» на тему «Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва етилового спирту. Комплексний», проведено модернізацію ректифікаційної колони призначеного для розділення суміші етанол-вода з продуктивністю 1,611кг/с.

Модернізація полягає в тому що на ковпачки масообмінної колони встановлюється сітчастий елемент ,що зменшує краплевинесення ,що в результаті збільшує рушійна сила

Для виконання поставленого завдання проведено огляд існуючих конструкцій на основі якого зроблено обґрунтований вибір конструкції апарата. Проаналізовано і порівняно вибрану конструкції з кращими вітчизняними і світовими аналогами в результаті чого встановлено, що апарат не містить принципових рішень запропонованих в розглянутих патентах.

Здійснені розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції. Виконаний параметричний розрахунок, і розрахунки на міцність основних вузлів та деталей апарата. Розрахунки на міцність виконані згідно діючих державних та галузевих стандартів.

Графічна частина проекту виконана у середовищі КОМПАС 3D V17.1 та включає в себе чотири аркуші формату А1, що містять: технологічну схему установки виробництва етилового спирту, складальне креслення ректифікаційної колони А0 і два складальних креслень формату А2,та два патенти на форматі А2. До складальних креслень складені специфікації.

Результати проведених розрахунків зведені в розрахунково-пояснювальну записку, що включає дані відповідності розробленої конструкції вимогам техніки безпеки. Наведені рекомендації з виготовлення, монтажу й експлуатації розробленого апарата.

За період виконання проекту отримано два деклараційних патенти України на корисну модель №129958 U B01D 3/20 та №130245 U B01D 3/20, а також опубліковано дві тези на XXIII та на XXIV Всеукраїнських науково – практичних конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів».

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 73 |

Выводы

В дипломном проекте образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» на тему «Модернизация ректификационной колонны установки производства этилового спирта. Комплексный», проведена модернизация ректификационной колонны предназначенного для разделения смеси этанол-вода с производительностью 1,611 кг/с.

Модернизация заключается в том, что на колпачки массообменных колонны устанавливается сетчатый элемент, уменьшает брызговынесение, что в результате увеличивает движущую силу

Для выполнения поставленной задачи проведен обзор существующих конструкций на основе которого сделан обоснованный выбор конструкции аппарата. Проанализированы и сравнительно выбранную конструкции с лучшими отечественными и мировыми аналогами в результате чего установлено, что аппарат не содержит принципиальных решений предложенных в рассмотренных патентах.

Осуществленные расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции. Выполненный параметрический расчет и расчеты на прочность основных узлов и деталей аппарата. Расчеты на прочность выполнены согласно действующих государственных и отраслевых стандартов.

Графическая часть проекта выполнена в среде КОМПАС 3D V17.1 и включает в себя четыре листа формата A1, содержащие: технологическую схему установки производства этилового спирта, сборочный чертеж ректификационной колонны А0 и два сборочных чертежа формата А2, а так же изображение двух паентов на формате А2. К сборочным чертежам составлены спецификации.

Результаты проведенных расчетов сведены в расчетно-пояснительную записку, включающую данные соответствия разработанной конструкции требованиям техники безопасности. Приведены рекомендации по изготовлению, монтажу и эксплуатации разработанного аппарата.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Подпис | Дата | | 74 |

За период выполнения проекта получено два декларационных патентов Украины на полезную модель №129958 U B01D 3/20 и №130245 U B01D 3/20, а также опубликовано два тезиса на XXIII и на XXIV Всеукраинских научно - практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «оборудование химических производств и предприятий строительных материалов»

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 75 |

Conclusions

In the diploma project of educational qualification level "Bachelor" on the topic "Modernization of the distillation column of the installation of ethyl alcohol production. Complex", modernization of the distillation column designed to separate the mixture of ethanol-water with a productivity of 1,611 kg / s.

Modernization consists in the fact that on the caps of the mass-exchange column is installed a mesh element that mixes the drop of the incidence, which ultimately increases the driving force

To accomplish the task, a review of existing structures was carried out, on the basis of which a substantiated choice of design of the device was made. The comparatively selected designs with the best domestic and world analogues were analyzed and as a result it was established that the device does not contain the principal solutions proposed in the considered patents.

The calculations confirming the efficiency and reliability of the design are carried out. Parametric calculation and calculations on the strength of the main units and parts of the device are carried out. Calculations for durability are performed in accordance with current state and industry standards.

The graphic part of the project is made in the COMPASS 3D V17.1 environment and includes four sheets of A1 format containing: the technological scheme of the installation of ethyl alcohol production, assembly drawings of the A0 rectification column and assembly drawings of the A1 format and 2 drawings of patent on A2. Compiled drawings are the specifications. The results of the calculations are summarized in the calculation and explanatory note, which includes the data of conformity of the developed design to safety requirements.

The recommendations for manufacturing, installation and operation of the developed device are given.

During the project implementation period, Ukraine received two declarative patents for utility model №129958 U B01D 3/20 and №130245 U B01D 3/20, as well as published two theses at the XXIII and XXVV All-Ukrainian scientific and practical conferences of students, postgraduates and young scientists "Equipment of chemical manufactures and enterprises of building materials".

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 76 |

Перелік посилань

1. Стабников В.Н. Перегонка и ректификация этилового спирта М.: Пищевая промышленность, 1969 – С.456
2. С.Т. Чечель. Расчет тепломассообменного оборудования: Учебник для техникумов. – Л.: Химия, 1985. – 317 с.
3. <https://works.doklad.ru/view/cEUKqTRVwK8/all.html>
4. Богуславский Б.Л. Справочник металлиста / Богуславский Б.Л., Решиков В.Ф., Чернавский С.А. - Машиностроение, 1976
5. Patent №10,005,003 (US), B01D 3/18, B01D 3/20. Rectifying column / Jonathan Miller, (US). Filing № 15/686,000, 24.08.2017; Publication 26.06.2018.
6. Patent №2018/0318727 (US), B01D 3/00, B01D 53/18. Rectifying column / Guathier Perdu (FR), Clement Salais, (FR), Vincent Carlier, (FR). Filing № 2018/0318727, 30.04.2018; Publication 08.11.2018
7. Patent № 208799792 (CN), B01D 3/32, B01D 3/14. Rectifying column / 李清平徐志丹, (CN). Filing №201821402357.2, 29.08.2018; Publication 30.04.2019.
8. Патент №124245 (UA), МПК (2018.01) B01D 3/00. Ректифікаційна колона / Ткачук Максим Володимирович, (UA), Степанюк Андрій Романович (UA). Заявка № u 2017 11269, 20.11.2017; Опубл. 26.03.2018, Бюл. № 26
9. Патент №182047 (RU), МПК (2006.01) B01D 3/20, B01D 3/32. Колпачковая тарелка / Головачников Александр Борисович (RU), Корнилов Андрей Сергеевич (RU). Заявка № u 2018 113835, 16.04.2018; Опубл. 01.08.2018, Бюл. № 22.
10. Основи охорони праці/ [Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та ін.]; під ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. —[2 – е вид.]. — Київ: Основа, 2006. – 448 с..
11. Лацинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник., – Л.: Машиностроение. 1981. – 382 с
12. ГОСТ 14249 - 89: Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
- 13 В.Г. Доброногов, І.О. Мікульонок . «Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок на дію опорних навантажень»: Навч. посібник /. – К.НМК ВО, 1995 – 182 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 77 |

14. Мікульонок І.О. Виготовлення монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв– Київ НТУУ «КПІ», 2012 – 442с.
15. Обеспечение и методы оптимизации надежности химических и нефтеперерабатывающих производств/ В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин, Г. Грун, В. Ной-манн. — М.; Химия, 1987. 272 с.
16. А. М. Задольський. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів бакалаврів (для студентів інженерно – хімічного факультету). Київ, 2010 р. – 27 с

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 78 |

Додаток А
Документація до патентного дослідження

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН51.06РП

Найменування теми Ректифікаційна колона шифр теми ЛН51.065111.001

Етап Проектування ректифікаційної колони та її складових частин

Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень

ЛН51.10, 07.04.2019

Обґрунтування регламенту пошуку:

Предмет пошуку – *1) ректифікаційна колона (Об'єктом пошуку є винаходи й корисні моделі).*

Мета пошуку інформації – *визначення патентної ситуації щодо масообмінних апаратів (визначення патентоздатності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці).*

Визначення держав пошуку. *Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Японія, Китай.*

Ретроспективність. *Термін дії патенту на винахід в Україні – 20 років, проте регламент пошуку встановлюємо такий: 2018–2019 р.р.*

Класифікаційні індекси. *Міжнародна патентна класифікація: B01D 47/12, 47/14; 33/03, 53/18, 53/14, 47/06.*

Уніфікована десяткова класифікація *УДК 66.045*

Джерела інформації. 1) патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Держпатенту України, Роспатенту; 2) науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу процесів та апаратів хімічного та нафтопереробного виробництва; 3) інтернет ресурси: <http://ep.espacenet.com/>, <http://www.uipv.org>, <http://uapatents.com>, www.freepatent.ru/, <http://www1.fips.ru/>,.

Початок пошуку 07.04.2019 Закінчення пошуку 17.04.2019

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН51.06ДП

Завдання на проведення патентних досліджень ЛН51.065111.000 07.02.2019
(номер , дата)Етап Проектування апарата та його складових частинНомер, дата регламентного пошуку ЛН51.06.РП 07.02.2019Початок пошуку 07.04.2019 Закінчення пошуку 17.04.2019

Таблиця А.1 – Регламент пошуку (форма Б.1 згідно ДСТУ 3575-97)

| Предмет пошуку (ОГД, його складові частини) | Мета пошуку інформації | Держава пошуку | Класифікаційні індекси МПК, УДК | Ретро-спективність пошуку | Джерела інформації |
|---|---|---|--|---------------------------|--|
| Ректифікаційна колона | Визначення патентно-здатності та патентної чистоти проектового апарата й тенденції розвитку цього напрямку в техніці. | Україна, Російська Федерація, США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Японія. | МПК ; B01D 47/12, 47/14; 33/03, 53/18, 53/14, 47/06, F01N 3/04, 13/00. УДК 665.612.2 | 2017 – 2019. | Національні і зарубіжні офіційні бюлетені. Описи винаходів і корисних моделей. |

Таблиця А.2 – Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

| Предмет пошуку (ОГД, його складові частини) | Держава пошуку | Класифікаційні індекси | Інформаційна база, використана під час пошуку | Бібліографічні данні першого та останнього за хронологією джерела інформації | |
|---|--|--|---|--|--|
| | | | | Патентна інформація | Інша науково-технічна інформація |
| Ректифікаційна колона | Україна, РФ, США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Японія. | МПК (2006.01), F28F 7/00, F28D 1/00, УДК 66.045. | Фонд НТУУ “КПІ” Державний патентний фонд бази даних об’єктів промислової власності, до яких надається безоплатний доступ в Інтернеті http://ep.espace.net.com/ , http://www.uipv.org , http://uapatents.com , www.freepatent.ru/ , http://www1.fips.ru/ | Описи винаходів патентів України № 1–41000. Описи корисних моделей патентів України № 1–1050. Описи винаходів патентів Російської Федерації № 2000000–2140000. | Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971.– 785 с. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1983.– 272 с. |

Таблиця А.3 Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

| ОГД, його складові частини | Документи на об'єкти промислової власності | |
|----------------------------------|---|---|
| | бібліографічні дані | Відо- мості щодо їхньої дії |
| 1 | 2 | 3 |
| Ректифікацій на колона | Патент №124245 (UA), МПК (2018.01) B01D 3/00. Ректифікаційна колона / Ткачук Максим Володимирович, (UA), Степанюк Андрій Романович (UA). Заявка № u 2017 11269, 20.11.2017; Опубл. 26.03.2018, Бюл. № 26. | Діє |
| Ректифікацій на колона | Патент №124246 (UA), МПК (2018.01) B01D 3/00, B01J 19/30. Ректифікаційна колона / Нурадінов Ібрагім Абдійович, (UA), Степанюк Андрій Романович (UA). Заявка № u 2017 11270, 20.11.2017; Опубл. 26.03.2018, Бюл. № 6. | Діє |
| Ректифікацій на колона | Patent № 208799792 (CN), B01D 3/32, B01D 3/14. Rectifying column / 李清平徐志丹, (CN). Filing №201821402357.2, 29.08.2018; Publication 30.04.2019. | Діє |
| Ректифікацій на колона | Patent №2018/0318727 (US), B01D 3/00, B01D 53/18. Rectifying column / Guathier Perdu (FR), Clement Salais, (FR), Vincent Carlier, (FR). Filing № 2018/0318727, 30.04.2018; Publication 08.11.2018. | Діє |
| Ректифікацій на колона | Patent №10,005,003 (US), B01D 3/18, B01D 3/20. Rectifying column / Jonathan Miller, (US). Filing № 15/686,000, 24.08.2017; Publication 26.06.2018. | Діє |

Таблиця А.4 – Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу.

| ОГД, його складові частини | Джерела інформації | Бібліографічні дані |
|----------------------------|--|--|
| Ректифікаційна колона | Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. | М.: Химия, 1991. - 496с. |
| Ректифікаційна колона | Стабников В.Н. Перегонка и ректификация этилового спирта | М.: Пищевая промышленность, 1969 – С.456 |
| Ректифікаційна колона | Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології [Текст]: підруч./ Я. М. Корнієнко | К.: НТУУ «КПІ», 2011. – Ч.2. – 416 с. |

Висновок

У результаті проведених патентних досліджень встановлено:

Пропонований апарат і його складові частини відповідають умовам патентної чистоти винаходу (корисної моделі) через те що усі суттєві ознаки найближчих аналогів не використано в проектних апаратах.

Додаток Б

Програмний розрахунок товщини еліптичного днища під дією внутрішнього тиску

На рисунку Б.1 зображено блок – схему до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки навантаженої зовнішнім тиском



Рисунок Б.1 – Блок – схема розрахунку циліндричної обичайки навантаженої зовнішнім тиском

Програма розрахунку товщини стінки

$$D := 0.5 \quad P := 0.1 \quad \sigma_{dop} := 152 \quad \varphi := 0.9$$

$$S_r := \frac{D \cdot P}{2 \cdot \sigma_{dop} \cdot \varphi - 0.5P} = 1.828 \times 10^{-4} \quad \underline{S_r} := 0.004$$

$$C1 := 0.001 \quad C2 := 0 \quad C3 := 0 \quad \underline{C} := C1 + C2 + C3 = 1 \times 10^{-3}$$

$$\underline{S} := S_r + C1 + C2 + C3 = 5 \times 10^{-3}$$

$$H := 0.25 \cdot D = 0.125$$

$$\underline{R} := \frac{D^2}{4 \cdot H} = 0.5$$

$$P_{dop} := \frac{2 \cdot (S - C) \cdot \sigma_{dop} \cdot \varphi}{R + 0.5(S - C)} = 2.18 \quad 0.1 < 2.18$$

Ідентифікатори роз'яснені в таблиці Б.1

Таблиця Б.1 перелік ідентифікаторів

| Найменування величини | Позначення | Ідентифі- катор | Розмірність |
|--|------------|--------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Діаметр апарата | D | D | м |
| Зовнішній тиск | P | P | МПа |
| Допустиме напруження | $[\sigma]$ | σ_{dop} | МПа |
| Коефіцієнт зварного шва | φ | φ | |
| Розрахункова товщина стінки | S_R | Sr | м |
| Сумарна прибавка на компенсацію корозії, допуску | C | C | м |
| Виконавча товщина стінки | S | S | м |
| Висота еліптичної частини днища | H | H | м |
| Радіус еліптичної частини днища | R | R | м |
| Допустимий тиск з умови міцності | $[P]$ | Pdop | МПа |

Результати розрахунку за програмою розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки навантаженої зовнішнім тиском приведені в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – результати розрахунку

| Найменування величини | Позначення | Числове значення | Розмірність |
|---------------------------------|------------|------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Розрахункова товщина стінки | S_R | 0,00010 | м |
| Виконавча товщина стінки | S | 0,008 | м |
| Висота еліптичної частини днища | H | 0,125 | м |
| Радіус еліптичної частини днища | R | 0,5 | м |
| Допустимий зовнішній тиск | $[P]$ | 0,1 | МПа |

Додаток В
Патенти, які використані в патентному дослідженні

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ЛН51.066211.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 88 |



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 3/003 (2018.05); C12G 3/12 (2018.05); B01D 3/007 (2018.05); B01D 3/28 (2018.05); B01D 3/38 (2018.05); B01D 3/40 (2018.05); Y10S 201/00 (2018.05); Y10S 202/00 (2018.05); Y10S 203/90 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2018110338, 23.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.03.2018

Дата регистрации:
18.09.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.03.2018

(45) Опубликовано: 18.09.2018 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

197372, Санкт-Петербург, Богатырский пр., 60,
корп. 1, кв. 183, Малахину Н.В.

(72) Автор(ы):

Малыхин Никита Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Малыхин Никита Вячеславович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 7890 U1, 16.10.1998. CN
0204918419 U, 30.12.2015. US 2663679 A1,
22.12.1953.

(54) РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА И СПОСОБ ОЧИСТКИ СПИРТА С ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕМ

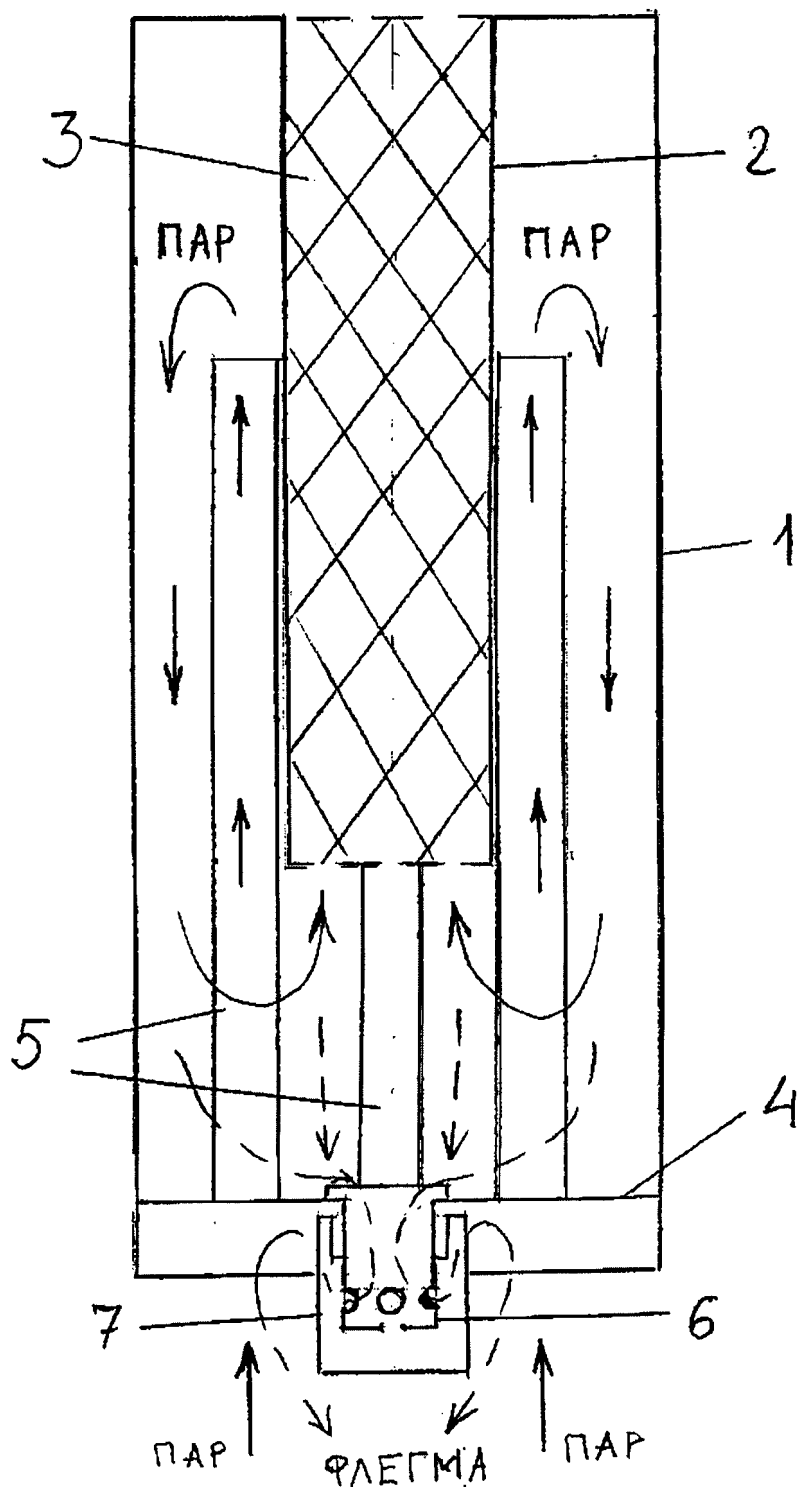
(57) Реферат:

Изобретение относится к конструкции колонных аппаратов, предназначенных для очистки спирта ректификацией. Ректификационная колонна содержит корпус в виде отрезка трубы, насадочное контактное устройство 3, расположенное внутри корпуса, входное и выходное отверстия для прохождения пара через колонну, при этом конструкция колонны представляет собой трубу в трубе, трубы 1 и 2 расположены с образованием зазора между их стенками, причем с одной из сторон трубы соединены друг с другом, перекрывая кольцевой зазор, внутренняя труба 2 имеет меньшую длину, чем наружная 1, отверстие со стороны соединения труб друг с другом является выходным, насадочное контактное устройство 3 расположено внутри внутренней трубы 2, конец трубы корпуса, противоположный выходному отверстию, перекрыт пластиной 4 с отверстиями для трубок подачи пара 5, расположенных в кольцевом зазоре, для дополнительного нагрева стенок внутренней трубы 2, свободные концы трубок для подачи пара 5 и внутренней трубы 2

расположены со смещением, перекрывая друг друга по длине колонны, а другие концы трубок закреплены в отверстиях пластины 4, причем в пластине 4 выполнено отверстие, в котором расположен переливной стержень 6, с наружной стороны пластины 4, скрывая выступающий конец стержня, установлен колпачок 7, в стержне 6 выполнены отверстия, обеспечивающие при достижении жидкостью в колонне заданного уровня ее слив через внутреннюю полость колпачка 7 с прорезями, расположенными выше уровня нижнего отверстия переливного стержня. Способ очистки спирта, реализуемый с помощью ректификационной колонны, заключается в том, что пары нагреваемой жидкости попадают в ректификационную колонну из емкости в ее нижней части по трубкам в отверстиях пластины, далее пары направляют в верхнюю часть колонны, обеспечивая дополнительный нагрев стенок внутренней трубы до температуры пара, а затем вниз в пространство между трубками и наружной трубой. До прохождения во внутреннюю трубу спиртовые пары частично

конденсируют на холодной стенке наружной трубы, контактирующей снаружи с атмосферой, сконденсированные спиртовые пары – флегму, отводят в емкость в нижней части колонны через переливной стержень в переливном колпачке, предотвращая их попадание во внутреннюю трубу колонны. Прошедшие первичную очистку спиртовые пары направляют во внутреннюю трубу колонны, в которой устанавливают контактные элементы – насадку, с помощью

которой осуществляют их финальную очистку от высококипящей фракции – сивушных масел. Технический результат заключается в повышении степени очистки паров за счет активного подогрева стенок внутренней трубы колонны спиртовыми парами, который исключает пристеночный эффект, с одновременным повышением скорости очистки спирта. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 5



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B01D 3/28 (2006.01)*C12G 3/12* (2006.01)*B01D 3/38* (2006.01)*B01D 3/40* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01D 3/003 (2018.05); *C12G 3/12* (2018.05); *B01D 3/007* (2018.05); *B01D 3/28* (2018.05); *B01D 3/38* (2018.05); *B01D 3/40* (2018.05); *Y10S 201/00* (2018.05); *Y10S 202/00* (2018.05); *Y10S 203/90* (2018.05)

(21)(22) Application: **2018110338, 23.03.2018**

(24) Effective date for property rights:
23.03.2018

Registration date:
18.09.2018

Priority:

(22) Date of filing: **23.03.2018**(45) Date of publication: **18.09.2018** Bull. № 26

Mail address:

**197372, Sankt-Peterburg, Bogatyrskij pr., 60, korp.
1, kv. 183, Malykhinu N.V.**

(72) Inventor(s):

Malykhin Nikita Vyacheslavovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Malykhin Nikita Vyacheslavovich (RU)(54) **DISTILLATION COLUMN AND METHOD FOR PURIFICATION OF ALCOHOL THEREWITH**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes; instrumentation.

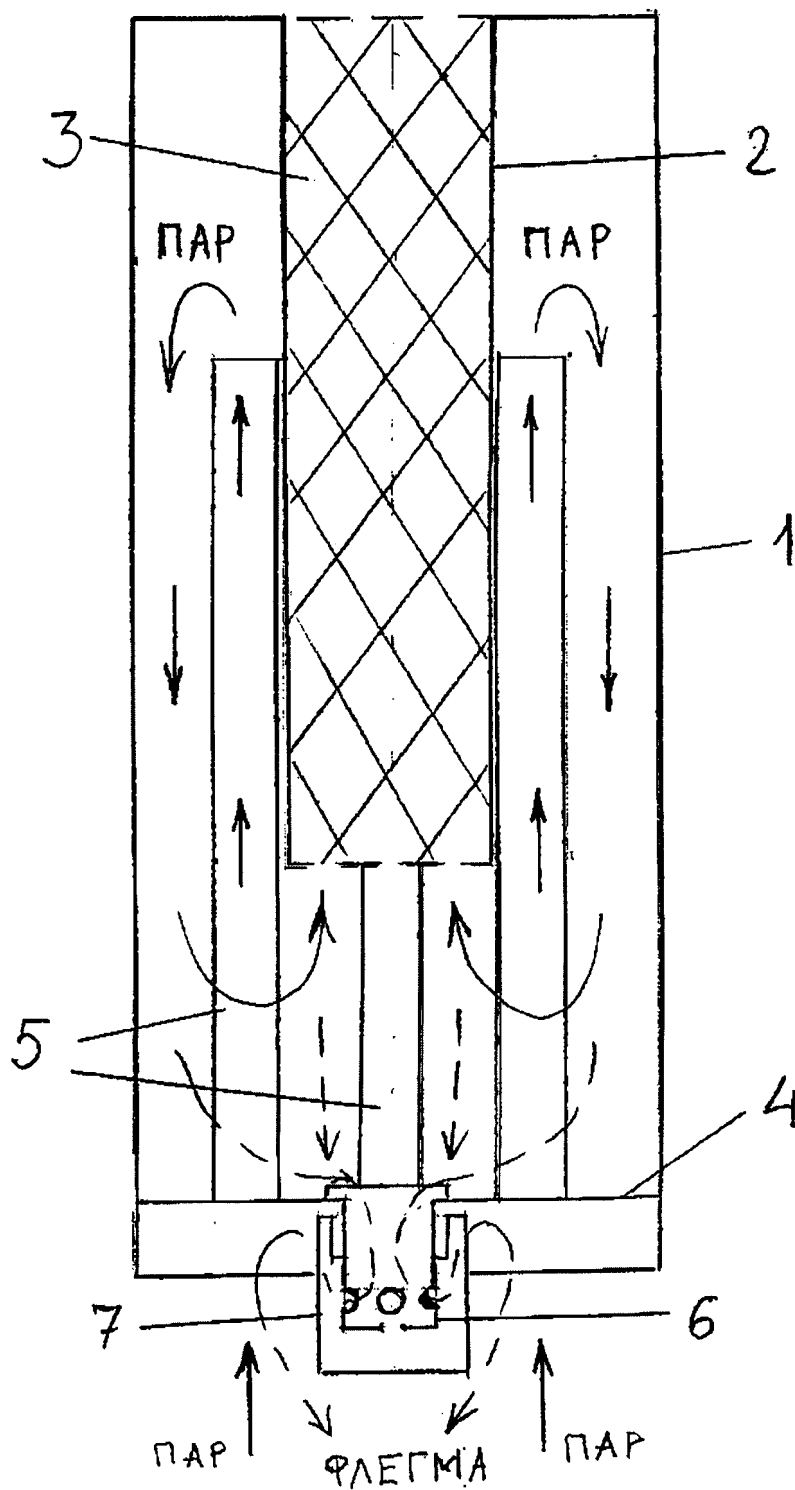
SUBSTANCE: invention relates to the design of column apparatus intended for purification of alcohol by distillation. Distillation column comprises a body in the form of a length of pipe, packed contact device 3 disposed inside the housing, an inlet and an outlet for passage of steam through the column, the column structure being a tube in the pipe, pipes 1 and 2 are arranged to form a gap between their walls, with one side of the tube connected to each other, overlapping the annular gap, inner tube 2 is shorter than outer one 1, the opening on the pipe connecting side with each other is the output, packing contact device 3 is located inside inner tube 2, the end of the housing tube opposite the outlet is blocked by plate 4 with holes for steam supply pipes 5 located in the annular gap, for the additional heating of the walls of inner tube 2, the free ends of steam supply tubes 5 and inner tube 2 are disposed offset, overlapping each other along the length of the column, and the other ends of the tubes are fixed in the holes of plate 4, hole being formed in plate 4, in which overflow rod 6 is located, on the outside of plate 4, hiding the protruding end of the rod, cap 7 is

installed, in rod 6, holes are provided which, when the liquid in the column reaches a predetermined level, drains it through the inner cavity of cap 7 with slots located above the level of the lower opening of the overflow rod. Method for purification of alcohol carried out by means of a distillation column is that the heated liquid vapor enters the distillation column from the container in its lower part through the tubes in the holes of the plate, further pairs are sent to the top of the column, providing additional heating of the walls of the inner tube to the temperature of the steam, and then down into the space between the tubes and the outer tube. Before passing into the inner tube, alcohol vapors partially condense on the cold wall of the outer tube contacting the outside with the atmosphere, condensed alcohol vapors – reflux, took them to the tank at the bottom of the column through the overflow rod in the overflow cap, preventing them from entering the inner tube of the column. Alcohol vapors that have passed through the primary purification are sent to the inner tube of the column, in which the contact elements are installed, with the help of which they are finalized from the high-boiling fraction of the fusel oils.

EFFECT: technical result consists in increasing the degree of vapor purification by actively heating the walls of the inner tube of the column with alcohol

vapors, which eliminates the wall effect, while increasing the rate of alcohol purification.

4 cl, 5 dwg



Фиг. 5

Группа изобретений относится к конструкции колонных аппаратов, предназначенных для проведения процесса ректификации, а именно к ректификационным колоннам, а также к способам очистки спирта и может быть использовано в спиртовом производстве и других отраслях промышленности.

5 Ректификационные колонны применяются в процессах дистилляции, экстрактивной ректификации, экстракции жидкостей, теплообмена между паром и жидкостью и в других процессах. Один и тот же принцип действия ректификационной колонны используется как в относительно простых лабораторных приборах, так и в сложных промышленных установках нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической, 10 газовой, пивоваренной и других отраслей.

Ректификация - это процесс многократного испарения и конденсации, в ходе которого исходная смесь разделяется на два или более компонентов, и паровая фаза насыщается легколетучим (низкокипящим) компонентами, а жидкая часть смеси насыщается 15 тяжелолетучим (высококипящим) компонентами.

Из открытого источника сети интернет <https://самогонофф.рф/products/22660901> известен Самогонный аппарат Добрый Жар Профи+ - конструкция, сочетающая в себе все плюсы классического дистиллятора (самогонного аппарата) и укрепляющей колонны. Колонна заполнена специальной сеткой (Регулярной проволоочной насадкой Панченкова - РПН Панченкова), которая используется в дистилляторах и 20 ректификационных колоннах для увеличения степени очистки и позволяет получить более чистый продукт, фильтруя пары спирта и отсекая сивушные масла и различные примеси.

Недостатком известной конструкции является низкая степень очистки паров Известна УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВ С НАСАДОЧНЫМ 25 МНОГОКАНАЛЬНЫМ УЗЛОМ ДВУКРАТНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ И РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА ДЛЯ НЕЕ (Патент на изобретение №2280219, опубликовано: 20.07.2006 Бюл. №20). Предложение относится к установкам разделения газов, в частности, оно может быть использовано для разделения воздуха с извлечением кислорода, азота повышенной чистоты. Установка для разделения газов методом 30 двукратной ректификации содержит нижнюю колонну, конденсатор и верхнюю колонну. Контактные части нижней и верхней колонн выполнены из параллельно расположенных трубок, заполненных насыпной насадкой. Колонны имеют распределительные тарелки, расположенные над каждой контактной частью для подачи жидкости в каждую ее трубку. В кубе нижней колонны размещен распределитель газового потока для подачи 35 газа в каждую трубку контактной части нижней колонны. Каждая распределительная тарелка содержит распределительные устройства по числу трубок соответствующей контактной части. Каждое из распределительных устройств включает трубку с двумя или более перпендикулярными ей патрубками, верхний из которых является переливным патрубком, а другой или остальные имеют калиброванные отверстия для подачи 40 жидкости. Использование изобретения позволит снизить габариты и стоимость установки, повысить качество продуктов разделения воздуха.

Недостатком известной конструкции является низкая степень очистки паров, сложность изготовления установки.

Наиболее близкое техническое решение - ректификационная колонна (ГОСТ Р 53684- 45 2009. Аппараты колонные. Технические требования) (син. ректификационный колонный аппарат) - цилиндрический вертикальный сосуд постоянного или переменного сечения, оснащенный внутренними тепло- и массообменными устройствами и вспомогательными узлами, предназначенный для разделения жидких смесей на фракции, каждая из которых

содержит вещества с близкой температурой кипения. Классическая колонна представляет собой вертикальный цилиндр, внутри которого располагаются контактные устройства - тарелки или насадки. Соответственно, различают ректификационные колонны тарельчатые и насадочные. Вспомогательные узлы предназначены для ввода, 5 распределения и сбора жидкости и пара. Нагреваемая жидкая смесь поступает из емкости в ректификационную колонну, где «легкие» фракции (продукты, имеющие более низкую температуру конденсации) концентрируются в верхней части колонны, а «тяжелые» (продукты, имеющие более высокую температуру конденсации) - в нижней.

В известной колонне стекающая по стенкам флегма существенно снижает степень 10 очистки, так как флегма стекает мимо контактных элементов не взаимодействуя с парами.

Известен принцип работы ректификационных колонн (Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. 2-е изд. перераб. - Москва: Химия, 1971. - 296 с; <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/>

15 676769#.D0.9F.D1.80.D0.B8.D0.BD.D1.86.D0.B8.D

BF.D1.80.D0.B0.D0.B1.D0.BE.D1.82.D1.8B). при котором исходная смесь, нагретая до температуры питания t_f в паровой, парожидкостной или жидкой фазе, поступает в колонну в качестве питания (G_f). Зону, в которую подается питание, называют 20 эвапорационной, так как там происходит процесс эвапорации - однократного отделения пара от жидкости. Пары поднимаются в верхнюю часть колонны, охлаждаются, конденсируются в холодильнике-конденсаторе и подаются обратно на верхнюю тарелку колонны в качестве орошения. Таким образом, в верхней части колонны (укрепляющей) противотоком движутся пары (снизу вверх) и стекает жидкость (сверху вниз). Стекая 25 вниз по тарелкам, жидкость обогащается высококипящими компонентами, а пары, чем выше поднимаются вверх колонны, тем более обогащаются легкокипящими компонентами. Таким образом, отводимый с верха колонны продукт обогащен легкокипящим компонентом. Продукт, отводимый с верха колонны, называют дистиллятом. Часть дистиллята, сконденсированного в холодильнике и возвращенного 30 обратно в колонну, называют орошением или флегмой. Отношение количества возвращаемой в колонну флегмы и количества отводимого дистиллята называется флегмовым числом. Для создания восходящего потока паров в кубовой (нижней, отгонной) части ректификационной колонны часть кубовой жидкости направляют в теплообменник, образовавшиеся пары подают обратно под нижнюю тарелку колонны. Таким образом, в кубе колонны создается 2 потока: 1 поток - жидкость, стекающая с 35 верха (из зоны питания+орошение) 2 поток - пары, поднимающиеся с низа колонны. Кубовая жидкость, стекая сверху вниз по тарелкам, обогащается высококипящим компонентом, а пары обогащаются легкокипящим компонентом.

Ректификация (от позднего латинского *rectificatio* - выпрямление, исправление) - один из способов разделения жидких смесей, основанный на различном распределении 40 компонентов смеси между жидкой и паровой фазами (Большая советская энциклопедия; <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/Ректификация>). При ректификации потоки пара и жидкости, перемещаясь в противоположных направлениях (противотоком), многократно контактируют друг с другом в специальных аппаратах (ректификационных колоннах), причем часть выходящего из аппарата пара (или жидкости) возвращается обратно 45 после конденсации (для пара) или испарения (для жидкости). Такое противоточное движение контактирующих потоков сопровождается процессами теплообмена и массообмена, которые на каждой стадии контакта протекают (в пределах) до состояния равновесия; при этом восходящие потоки пара непрерывно обогащаются более летучими

компонентами, а стекающая жидкость - менее летучими. При затрате того же количества тепла, что и при дистилляции, ректификация позволяет достигнуть большего извлечения и обогащения по нужному компоненту или группе компонентов. Ректификация широко применяется как в промышленном, так и в препаративном и лабораторном масштабах, часто в комплексе с другими процессами разделения, такими, как абсорбция, экстракция и кристаллизация. Указанный способ ректификации выбран в качестве прототипа.

Недостатком способа является низкая степень и скорость очистки спирта.

Техническим результатом изобретения является повышение степени очистки паров за счет активного подогрева стенок внутренней трубы колонны, спиртовыми парами, с последующей их очисткой от примесей, который исключает пристеночный эффект. Одновременно достигается повышение скорости очистки спирта.

Технический результат достигается следующим образом. Ректификационная колонна, содержащая корпус в виде отрезка трубы, насадочное контактное устройство, расположенное внутри корпуса, входное и выходное отверстие для прохождения пара через колонну, по изобретению, конструкция колонны представляет собой трубу в трубе, трубы распложены с образованием зазора между их стенками, причем с одной из сторон трубы соединены друг с другом перекрывая кольцевой зазор, внутренняя труба имеет меньшую длину, чем наружная, отверстие со стороны соединения труб друг с другом является выходным, насадочное контактное устройство расположено внутри внутренней трубы, конец трубы корпуса, противоположный выходному отверстию перекрыт пластиной с отверстиями для трубок подачи пара, расположенных в кольцевом зазоре, для дополнительного нагрева стенок внутренней трубы, при этом свободные концы трубок для подачи пара и внутренней трубы расположены со смещением, перекрывая друг друга по длине колонны, а другие концы трубок закреплены в отверстиях пластины, причем в пластине выполнено отверстие, в котором расположен переливной стержень, с наружной стороны пластины, скрывая выступающий конец стержня, установлен колпачок, в стержне выполнены отверстия, обеспечивающие при достижении жидкостью в колонне заданного уровня ее слив через внутреннюю полость колпачка с прорезями, расположенными выше уровня нижнего отверстия переливного стержня.

Трубки для подачи пара могут быть соединены с внутренней трубой колонны (например путем сварки).

Переливной стержень и колпачок могут быть выполнены съемными.

Одна из сторон внутренней трубы колонны может быть выполнена в виде U-образного продольного сечения, имеющего опорную кромку в верхней части.

В качестве насадки могут быть использованы:

- нерегулярная - неупорядоченный слой насыпного или заполняемого инертного материала (например, спирально призматическая насадка СПН);

- регулярная - представляет собой скомпонованные в кассеты перфорированные сетки и листы (к ним относится регулярная проволочная насадка Панченкова (РПН);

- комбинированная, включающая регулярную и нерегулярную.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где:

на фиг. 1 - представлен общий вид ректификационной колонны;

на фиг. 2 - представлен вид снизу;

на фиг. 3 - представлен вид внутренней трубы с трубками;

на фиг. 4 - представлена колонна в разрезе (3D);

на фиг. 5 - представлена колонна в разрезе (схема).

На чертежах выполнены следующие обозначения: наружная труба - 1, внутренняя

труба - 2, насадочное контактное устройство - 3, пластина - 4, трубки для подачи пара - 5, переливной стержень - 6, колпачок - 7.

В насадочных колоннах имеет место пристеночный эффект. Флегма проходит не через насадку, а стекает по стенкам колонны, в результате чего падает эффективность ее работы. При правильном заполнении колонны этот эффект минимален, он практически отсутствует в ректификационной колонне, где устанавливается колпачковая тарелка с центральным изливом. В итоге флегма направляется ровно на насадку и достигается максимальный КПД данной колонны.

Устройство работает следующим образом. Пары, нагреваемой жидкости поступают из емкости через отверстия пластины по трубкам в ректификационную колонну, прогревая при этом внутреннюю трубу колонны, при этом теряются тяжелокипящие компоненты, пары спирта освобожденные от тяжелокипящих примесей попадают во внутреннюю трубу колонны, где происходит их основная очистка от примесей. Для того, чтобы избежать попадание спиртовых паров напрямую во внутреннюю трубу в основании колонны установлен переливной стержень с переливным колпачком, который позволяет отводить образовавшуюся флегму обратно в емкость.

Вариант системы ректификации, где может быть использована предложенная ректификационная колонна: электронный блок управления процессом ректификации; фланец нержавеющей со смотровым стеклом 3" и ниппелем для присоединения термометра; колонна торнадо 3 дюйма с холодильником под узел отбора; колпачковая тарелка из нержавеющей с центральным изливом; короткий узел отбора; универсальный трубчатый холодильник 275 мм, D38 мм; два отвода 90°; диоптр.

Результаты многократных тестов подтвердили теоретические расчеты и эффективность работы ректификационной колонны.

Конструкция ректификационной колонны позволяет повысить степень очистки паров за счет активного подогрева стенок внутренней трубы колонны спиртовыми парами с последующей их очисткой от примесей, который исключает пристеночный эффект. Одновременно достигается повышение скорости очистки спирта.

Технический результат достигается следующим образом. Способ очистки спирта, реализуемый с помощью ректификационной колонны, включающий этапы при которых потоки пара и жидкости, перемещаясь в противоположных направлениях, многократно контактируют друг с другом в ректификационной колонне, причем часть выходящего из аппарата пара или жидкости возвращается обратно после конденсации или испарения, по изобретению,

пары нагреваемой жидкости попадают в ректификационную колонну из емкости в ее нижней части по трубкам в отверстиях пластины,

далее пары направляют в верхнюю часть колонны, обеспечивая дополнительный нагрев стенок внутренней трубы до температуры пара, а затем вниз в пространство между трубками и наружной трубой,

до прохождения во внутреннюю трубу спиртовые пары частично конденсируют на холодной стенке наружной трубы, контактирующей снаружи с атмосферой,

сконденсированные спиртовые пары - флегму отводят в емкость в нижней части колонны через переливной стержень в переливном колпачке, предотвращая их попадание во внутреннюю трубу колонны,

прошедшие первичную очистку спиртовые пары направляют во внутреннюю трубу колонны, в которой устанавливают контактные элементы - насадку, с помощью которой осуществляют их финальную очистку от высококипящей фракции - сивушных масел.

Благодаря конструкции ректификационной колонны спиртовые пары, прежде чем

попасть во внутреннюю трубу колонны, заполненную контактными элементами, проходят первичную очистку от высококипящей фракции и параллельно создают греющий внешний контур для внутренней трубы колонны. Таким образом внутри внутренней колонны создаются оптимальные условия для тепломассообмена в следствии
 5 исключения пристеночного эффекта, так как стенки внутренней трубы имеют температуру выше, температуры проходящих через него спиртовых паров, которые потеряли высококипящую составляющую по пути прохождения до внутренней трубы.

Благодаря группе изобретений достигается повышение степени очистки паров за счет активного подогрева стенок внутренней трубы колонны, спиртовыми парами, с
 10 последующей их очисткой от примесей, который исключает пристеночный эффект. Одновременно достигается повышение скорости очистки спирта.

(57) Формула изобретения

1. Ректификационная колонна, содержащая корпус в виде отрезка трубы, насадочное
 15 контактное устройство, расположенное внутри корпуса, входное и выходное отверстия для прохождения пара через колонну, отличающаяся тем, что конструкция колонны представляет собой трубу в трубе, трубы распложены с образованием зазора между их стенками, причем с одной из сторон трубы соединены друг с другом, перекрывая кольцевой зазор, внутренняя труба имеет меньшую длину, чем наружная, отверстие со
 20 стороны соединения труб друг с другом является выходным, насадочное контактное устройство расположено внутри внутренней трубы, конец трубы корпуса, противоположный выходному отверстию, перекрыт пластиной с отверстиями для трубок подачи пара, расположенных в кольцевом зазоре, для дополнительного нагрева стенок внутренней трубы, при этом свободные концы трубок для подачи пара и
 25 внутренней трубы расположены со смещением, перекрывая друг друга по длине колонны, а другие концы трубок закреплены в отверстиях пластины, причем в пластине выполнено отверстие, в котором расположен переливной стержень, с наружной стороны пластины, скрывая выступающий конец стержня, установлен колпачок, в стержне выполнены отверстия, обеспечивающие при достижении жидкостью в колонне заданного
 30 уровня ее слив через внутреннюю полость колпачка с прорезями, расположенными выше уровня нижнего отверстия переливного стержня.

2. Ректификационная колонна по п. 1 отличающаяся тем, что трубки для подачи пара соединены с внутренней трубой колонны.

3. Ректификационная колонна по п. 1 отличающаяся тем, что переливной стержень
 35 и колпачок выполнены съемными.

4. Способ очистки спирта, реализуемый с помощью ректификационной колонны по п. 1, включающий этапы, при которых потоки пара и жидкости, перемещаясь в противоположных направлениях, многократно контактируют друг с другом в ректификационной колонне, причем часть выходящего из аппарата пара или жидкости
 40 возвращается обратно после конденсации или испарения, отличающийся тем, что

пары нагреваемой жидкости попадают в ректификационную колонну из емкости в ее нижней части по трубкам в отверстиях пластины,

далее пары направляют в верхнюю часть колонны, обеспечивая дополнительный нагрев стенок внутренней трубы до температуры пара, а затем вниз в пространство
 45 между трубками и наружной трубой,

до прохождения во внутреннюю трубу спиртовые пары частично конденсируют на холодной стенке наружной трубы, контактирующей снаружи с атмосферой,

сконденсированные спиртовые пары – флегму отводят в емкость в нижней части

колонны через переливной стержень в переливном колпачке, предотвращая их попадание во внутреннюю трубу колонны,

прошедшие первичную очистку спиртовые пары направляют во внутреннюю трубу колонны, в которой устанавливают контактные элементы - насадку, с помощью которой
5 осуществляют их финальную очистку от высококипящей фракции - сивушных масел.

10

15

20

25

30

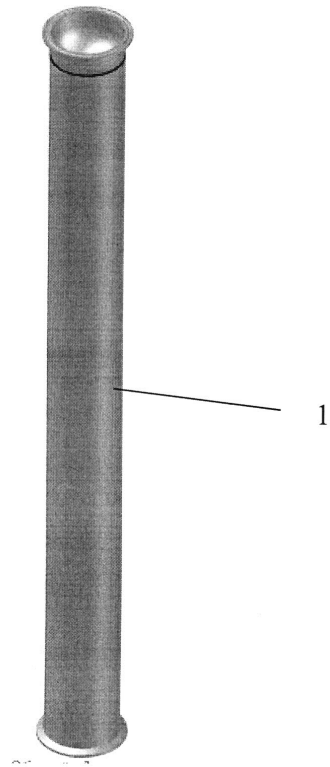
35

40

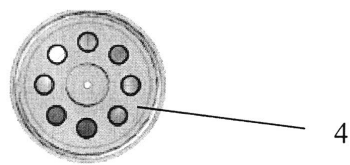
45

1

РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА И
СПОСОБ ОЧИСТКИ СПИРТА С ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕМ



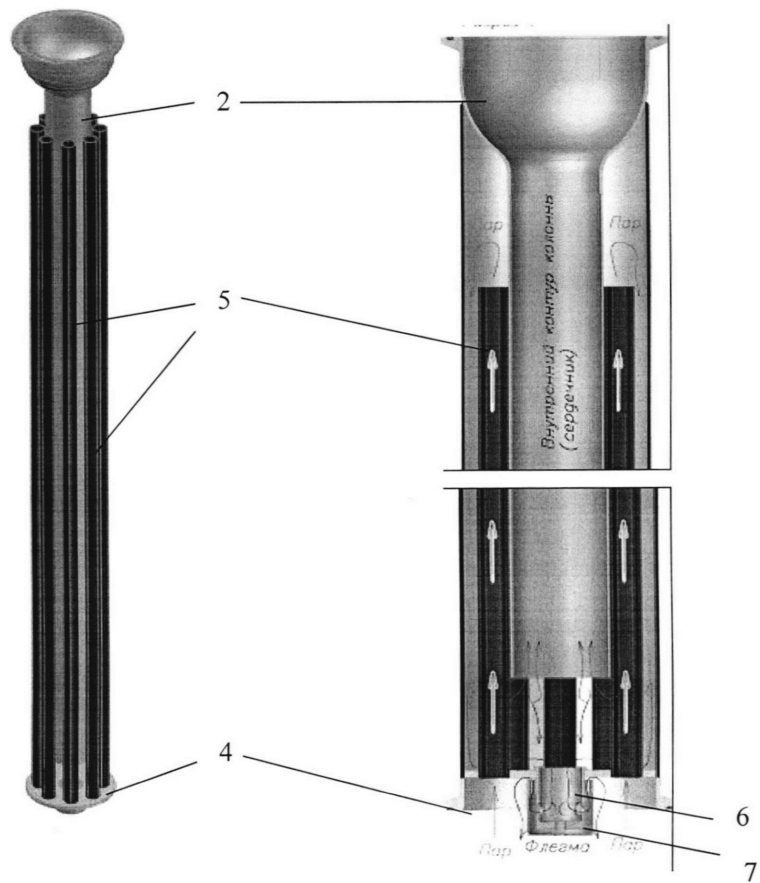
Фиг. 1



Фиг. 2

2

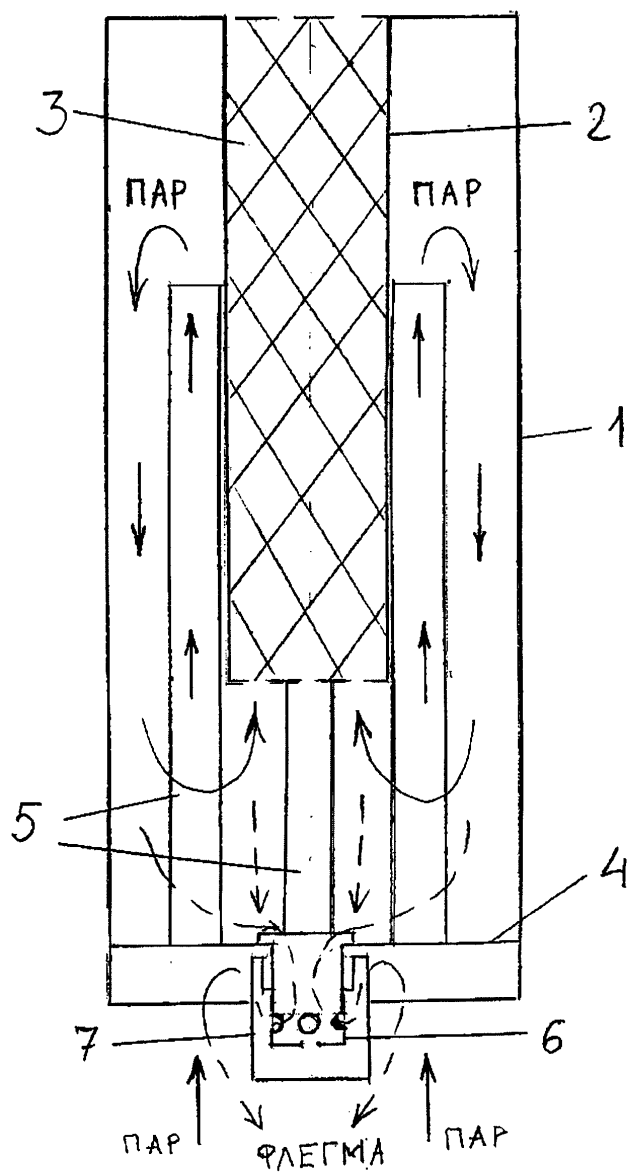
РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА И
СПОСОБ ОЧИСТКИ СПИРТА С ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕМ



Фиг. 3

Фиг. 4

РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА И
СПОСОБ ОЧИСТКИ СПИРТА С ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕМ



Фиг. 5



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 3/16 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018112606, 10.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2018

Дата регистрации:
14.02.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2018

(45) Опубликовано: 14.02.2019 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

690950, Приморский кр., г. Владивосток, ул.
Суханова, 8, отдел интеллектуальной
собственности ДВФУ

(72) Автор(ы):

Кривошеев Владимир Петрович (RU),
Ануфриев Александр Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный федеральный
университет" (ДВФУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2234356 C2, 20.08.2004. SU
292339 A1, 05.01.1977. RU 126265 U1,
27.03.2013. EP 706810 A1, 17.04.1996.

(54) Ректификационная колонна

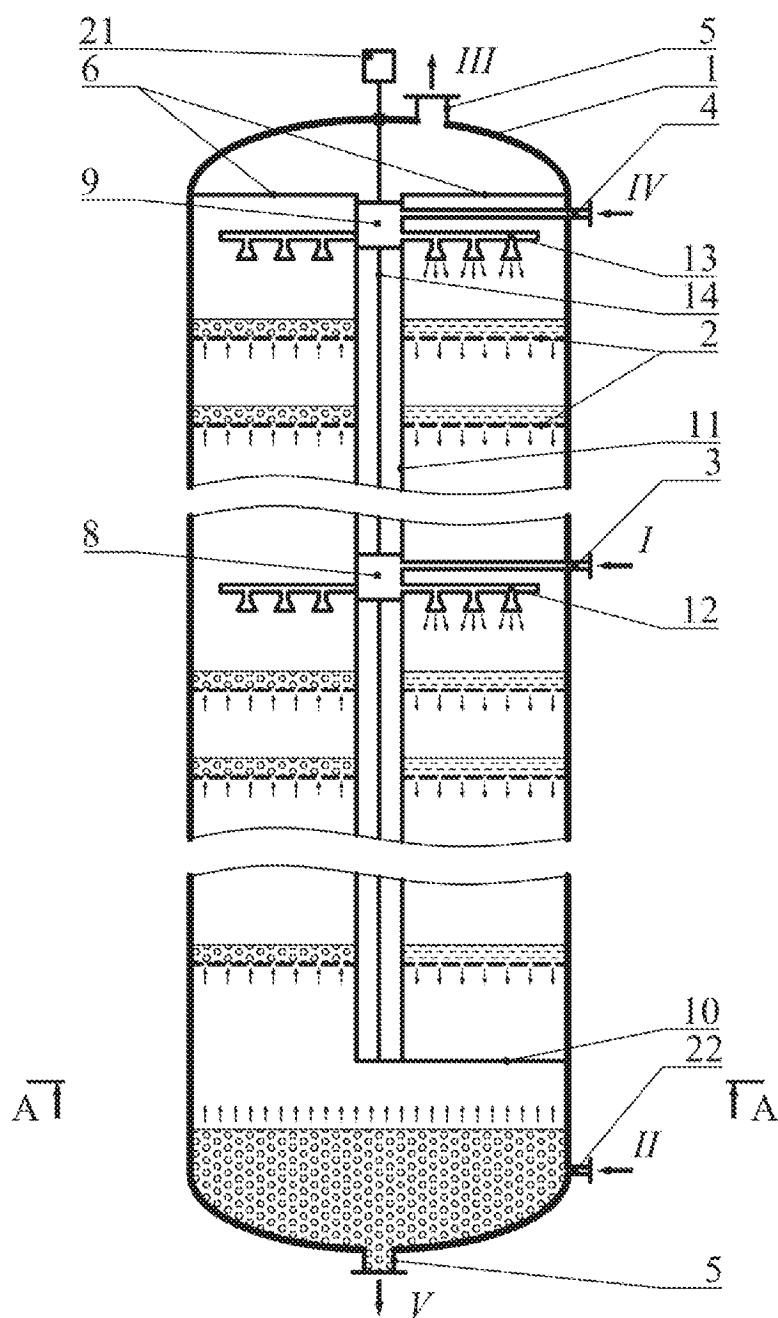
(57) Реферат:

Изобретение относится к области разделения жидких смесей и может быть использовано в нефтехимической, химической и пищевой промышленности, а также различных областях деятельности человека для разделения многокомпонентных жидких смесей. Ректификационная колонна содержит вертикальный корпус с контактными массообменными тарелками, нагреватель, дефлегматор, холодильник, патрубок подачи исходной смеси, патрубок подачи флегмы и патрубки вывода полученных компонентов смеси, продольную вертикальную перегородку, пересекающую контактные массообменные тарелки и разделяющую корпус колонны на вертикальные секции, кроме того, под перегородкой установлен регулятор потоков паровой фазы в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения. В корпусе колонны установлена коаксиальная обечайка, ограниченная регулятором потоков паровой фазы, снабженная патрубками подачи исходной смеси и флегмы в секции и сообщенная

с патрубками подачи исходной смеси и флегмы. Колонна снабжена дополнительными вертикальными перегородками, причем все перегородки пересекают все контактные массообменные тарелки и разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции. Вдоль центральной оси колонны установлен вал, на котором жестко закреплен регулятор потоков паровой фазы, размер которого не меньше размеров одной секции. Колонна содержит два распределительных устройства для исходной смеси и флегмы, каждое из которых выполнено с возможностью последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции, размещено в полости обечайки и состоит из стакана и крышки, размещенных на расстоянии друг от друга и жестко закрепленных на валу. Каждый из стаканов снабжен сквозным отверстием, выполненным на его боковой поверхности, и закреплен на валу таким образом, чтобы его сквозное отверстие было направлено в сторону регулятора потоков паровой фазы. Стаканы распределительных устройств для исходной смеси

RU 2680064 C1

RU 268064 C1



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B01D 3/16 (2018.08)(21)(22) Application: **2018112606, 10.04.2018**(24) Effective date for property rights:
10.04.2018Registration date:
14.02.2019

Priority:

(22) Date of filing: **10.04.2018**(45) Date of publication: **14.02.2019** Bull. № 5

Mail address:

**690950, Primorskij kr., g. Vladivostok, ul.
Sukhanova, 8, otdel intellektualnoj sobstvennosti
DVFU**

(72) Inventor(s):

**Krivosheev Vladimir Petrovich (RU),
Anufriev Aleksandr Vyacheslavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya Dalnevostochnyj federalnyj
universitet (DVFU) (RU)****(54) DISTILLATION COLUMN**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to the field of separation of liquid mixtures and can be used in the petrochemical, chemical and food industries, as well as various fields of human activity for the separation of multicomponent liquid mixtures. Distillation column contains a vertical case with contact mass transfer plates, a heater, a reflux condenser, a cooler, a pipe for feeding the initial mixture, a reflux feed pipe and outlet pipes for the mixture components obtained, a longitudinal vertical partition intersecting the contact mass transfer plates and dividing the column case into vertical sections, in addition, a vapor phase flow regulator is installed under the partition in the form of a damper fixed with the possibility of horizontal movement. Coaxial shell, limited by the vapor phase flow regulator, is installed in the case of the column, equipped with pipes for feeding the initial mixture and reflux into the sections and communicating with pipes for feeding the original mixture and reflux. Column is equipped with additional vertical partitions, and all partitions intersect all contact mass transfer plates and divide the body of the column into equal vertical

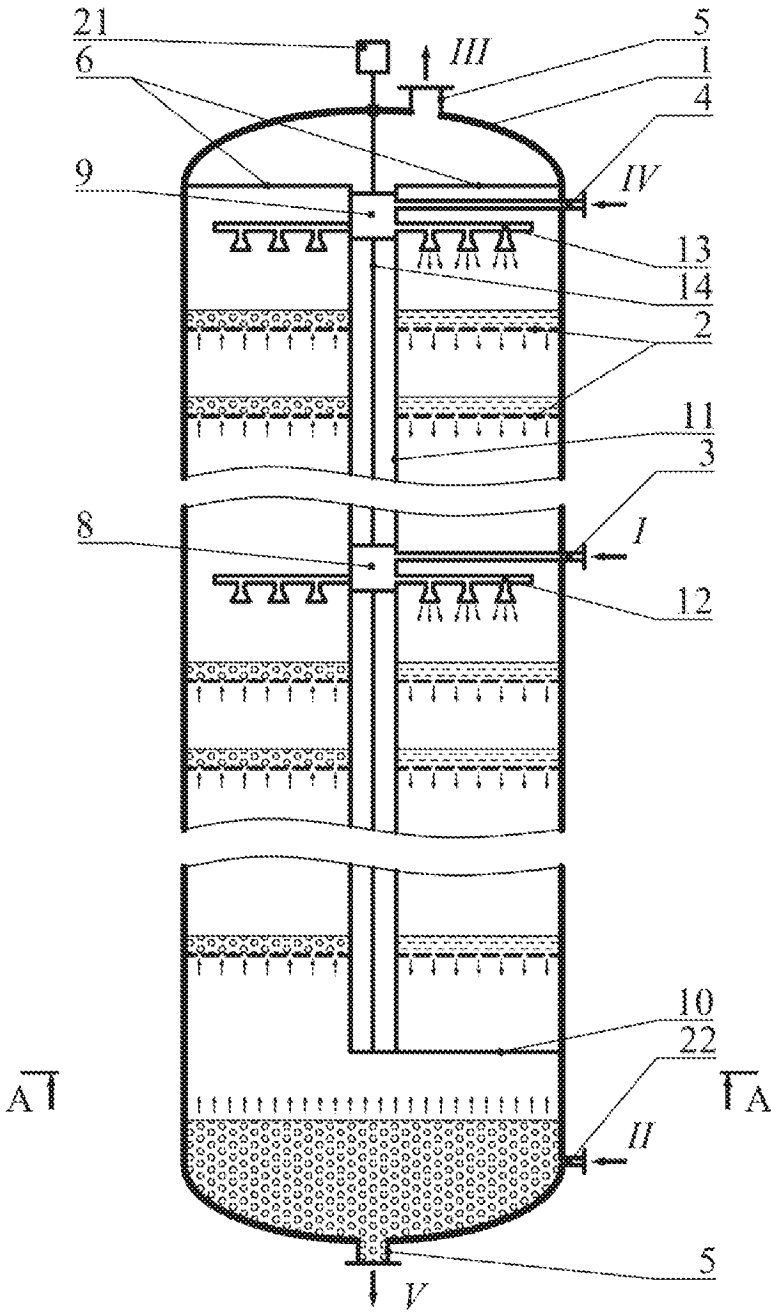
sections. Shaft is mounted along the central axis of the column, on which the vapor phase flow controller is fixed, the size of which is not less than the dimensions of one section. Column contains two distribution devices for the initial mixture and reflux, each of which is made with the possibility of sequential supply of the initial mixture and reflux in the section, placed in the cavity of the shell and consists of a glass and a lid, placed at a distance from each other and rigidly mounted on the shaft. Each of the glasses is provided with a through hole, made on its side surface, and is fixed on the shaft so that its through hole is directed towards the regulator of the vapor phase flows. Glasses of distribution devices for the initial mixture and reflux are open from the side of the supply pipes of the initial mixture and reflux, respectively, and their through holes are made with the possibility of communication with the branch pipes for feeding the original mixture in the section and with the branch pipes for supplying the reflux in the section. Covers of the distribution devices for the initial mixture and reflux are placed on the side of the supply pipes of the initial mixture and reflux, and the space between the cup and the lid of the distribution

devices for the initial mixture and reflux is in communication with the pipes for the delivery of the initial mixture and reflux.

EFFECT: increase of efficiency, optimization of the

rectification process, expansion of the functional capabilities of the device.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области разделения жидких смесей, в частности, к конструкциям ректификационных колонн, и может быть использовано в нефтехимической, химической и пищевой промышленности, а также различных областях деятельности человека для разделения многокомпонентных жидких смесей.

Известна конструкция ректификационной колонны (см. авторское свидетельство СССР №292339, дата публикации 05.01.1977), содержащая корпус со штуцерами, внутри которого расположены массообменные тарелки, а также вертикальные продольные перегородки, разделяющие колонну на сектора.

Недостатком данного технического решения является отсутствие системы распределения потоков внутри колонны, что не позволяет получить чистые продукты на выходе из ректификационной колонны.

В качестве ближайшего аналога принята ректификационная колонна, содержащая вертикальный корпус с контактными массообменными тарелками, нагреватель, дефлегматор, холодильник, патрубок подачи исходной смеси и патрубки вывода полученных компонентов смеси, продольную вертикальную перегородку, пересекающую контактные массообменные тарелки и разделяющую корпус колонны на вертикальные секции, а также распределительное устройство, выполненное с возможностью раздельной подачи потоков в каждую из секций, кроме того, под перегородкой установлен регулятор потоков паровой фазы в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения (см. патент РФ №2234356, дата публикации 10.01.2004).

В качестве недостатков ближайшего аналога можно указать ограниченную область применения - упомянутая ректификационная колонна не предназначена для проведения тепломассообменных процессов в циклическом режиме и ее можно использовать для разделения только трехкомпонентных смесей, которые необходимо подавать только в центральную часть колонны, а также сложность регулирования потоков паровой фазы (нагрузки по пару) в каждой из секций, обусловленная следующими факторами:

- размеры и округлая форма задвижки ограничивают величину ее горизонтального перемещения;

- необходимость каждый раз вручную горизонтально перемещать задвижку при обеспечении одинакового натяжения и изменения длины всех регуляторов положения.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является разработка конструкции ректификационной колонны с высокой эффективностью.

Технический результат, который достигается при решении поставленной задачи, выражается в повышении эффективности и оптимизации процесса ректификации, а также расширении функциональных возможностей устройства, обусловленных следующими факторами:

- возможность разделения смесей, содержащих два и более компонента;
- возможность осуществления непрерывной циклической ректификации;
- возможность параллельной реализации паровых и жидкостных периодов в секциях;
- обеспечение автоматической и последовательной подачи потоков в каждую из секций;
- возможность использования контактных массообменных тарелок различного типа и конструкции.

Поставленная задача решается тем, что в ректификационной колонне, содержащей вертикальный корпус с контактными массообменными тарелками, нагреватель, дефлегматор, холодильник, патрубок подачи исходной смеси, патрубок подачи флегмы и патрубки вывода полученных компонентов смеси, продольную вертикальную перегородку, пересекающую контактные массообменные тарелки и разделяющую

корпус колонны на вертикальные секции, кроме того, под перегородкой установлен регулятор потоков паровой фазы в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения, в корпусе колонны установлена коаксиальная обечайка, ограниченная регулятором потоков паровой фазы, снабженная патрубками подачи
 5 исходной смеси и флегмы в секции и сообщенная с патрубками подачи исходной смеси и флегмы, при этом колонна снабжена дополнительными вертикальными перегородками, причем все перегородки пересекают все контактные массообменные тарелки и разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции, вдоль центральной оси колонны установлен вал, на котором жестко закреплен регулятор потоков паровой фазы, размер
 10 которого не меньше размеров одной секции, причем колонна содержит два распределительных устройства для исходной смеси и флегмы, каждое из которых выполнено с возможностью последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции, размещено в полости обечайки и состоит из стакана и крышки, размещенных на расстоянии друг от друга и жестко закрепленных на валу, при этом каждый из
 15 стаканов снабжен сквозным отверстием, выполненным на его боковой поверхности, и закреплен на валу таким образом, чтобы его сквозное отверстие было направлено в сторону регулятора потоков паровой фазы, кроме того, стаканы распределительных устройств для исходной смеси и флегмы открыты со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а их сквозные отверстия выполнены с возможностью
 20 сообщения с патрубками подачи исходной смеси в секции и с патрубками подачи флегмы в секции соответственно, при этом крышки распределительных устройств для исходной смеси и флегмы размещены со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а пространство между стаканом и крышкой распределительных устройств для исходной смеси и флегмы сообщено с патрубками подачи исходной смеси
 25 и флегмы соответственно.

Сопоставительный анализ совокупности существенных признаков предлагаемого технического решения и совокупности существенных признаков прототипа и аналогов свидетельствует о его соответствии критерию «новизна».

При этом отличительные признаки формулы изобретения решают следующие
 30 функциональные задачи.

Признаки «в корпусе колонны установлена ... обечайка, ... снабженная патрубками подачи исходной смеси и флегмы в секции и сообщенная с патрубками подачи исходной смеси и флегмы» и «колонна содержит два распределительных устройства для исходной смеси и флегмы, каждое из которых ... размещено в полости обечайки» организуют
 35 поступление исходной смеси и флегмы из распределительных устройств в секции.

Признаки «колонна снабжена дополнительными вертикальными перегородками, причем все перегородки пересекают все контактные массообменные тарелки и разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции», «каждое из [распределительных устройств] выполнено с возможностью
 40 последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции» и «размер [регулятора потоков паровой фазы] не меньше размеров одной секции» обеспечивают возможность параллельной реализации паровых и жидкостных периодов в секциях.

Признаки «вдоль центральной оси колонны установлен вал, на котором жестко закреплен регулятор потоков паровой фазы» организуют горизонтальное перемещение
 45 регулятора потоков паровой фазы, а именно его вращение вокруг центральной оси колонны.

Признаки «в корпусе колонны установлена коаксиальная обечайка» и «вертикальные перегородки... разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции»

способствуют оптимизации процесса ректификации для всех секций.

Признак «коаксиальная обечайка ограничена регулятором потоков паровой фазы» позволяет защитить вал от внешних воздействий и не препятствует вращению регулятора потоков паровой фазы.

5 Признаки «каждое из [распределительных устройств]... состоит из стакана и крышки, размещенных на расстоянии друг от друга», «стаканы распределительных устройств для исходной смеси и флегмы открыты со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно» и «крышки распределительных устройств для исходной смеси и флегмы размещены со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а пространство между стаканом и крышкой распределительных устройств для исходной смеси и флегмы сообщено с патрубками подачи исходной смеси и флегмы соответственно» обеспечивают непрерывное поступление исходной смеси и флегмы в распределительные устройства.

15 Признаки «каждое из [распределительных устройств]... состоит из стакана и крышки, жестко закрепленных на валу», «каждый из стаканов снабжен сквозным отверстием, выполненным на его боковой поверхности» и «сквозные отверстия выполнены с возможностью сообщения с патрубками подачи исходной смеси в секции и с патрубками подачи флегмы в секции соответственно» обеспечивают возможность последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции вследствие вращения распределительных устройств.

20 Признаки «каждый из стаканов... закреплен на валу таким образом, чтобы его сквозное отверстие было направлено в сторону регулятора потоков паровой фазы» обеспечивают синхронное поступление исходной смеси и флегмы и закрытие доступа потоков паровой фазы для одной и той же секции.

25 На фиг.1 изображен продольный разрез ректификационной колонны.

На фиг.2 изображена коаксиальная обечайка с элементами, закрепленными на валу.

На фиг.3 изображен вид снизу на регулятор потоков паровой фазы.

На чертежах показаны вертикальный корпус 1 ректификационной колонны, контактные массообменные тарелки 2, патрубок 3 подачи исходной смеси, патрубок 30 подачи флегмы 4, патрубки 5 вывода полученных компонентов смеси, вертикальные перегородки 6, вертикальные секции 7, распределительные устройства 8 и 9 для исходной смеси и флегмы соответственно, регулятор потоков паровой фазы 10, коаксиальная обечайка 11, патрубки 12 подачи исходной смеси в секции 7, патрубки 13 подачи флегмы в секции 7, вал 14, стакан 15 со сквозным отверстием 16 и крышка 17 распределительного 35 устройства 8 для исходной смеси, стакан 18 со сквозным отверстием 19 и крышка 20 распределительного устройства 9 для флегмы, привод 21 вала 14, патрубок подачи пара 22.

На чертежах не показаны необходимые для работы ректификационной колонны типовые теплообменные устройства – нагреватель, дефлегматор, холодильник.

40 Вертикальный корпус 1 соединен с нагревателем, дефлегматором, холодильником (на чертежах не показаны), и снабжен патрубком 3 подачи исходной смеси, патрубком 4 подачи флегмы, патрубком 22 подачи пара и патрубками 5 вывода полученных компонентов смеси.

45 Вертикальный корпус 1 содержит вертикальные перегородки 6, пересекающие все контактные массообменные тарелки 2 и разделяющие корпус 1 колонны на равные вертикальные секции 7.

Вертикальные перегородки 6 крепятся к стенкам вертикального корпуса 1 и коаксиальной обечайке 11.

Также в вертикальном корпусе 1 колонны установлена коаксиальная обечайка 11, снабженная патрубками 12 подачи исходной смеси в секции 7, патрубками 13 подачи флегмы в секции 7, и сообщенная с патрубком 3 подачи исходной смеси и патрубком 4 подачи флегмы.

5 Коаксиальная обечайка 11 ограничена регулятором потоков паровой фазы 10, который жестко закреплен на валу 14, установленном вдоль центральной оси колонны.

Регулятор потоков паровой фазы 10 выполнен в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения, размер которой не меньше размеров одной секции 7, и размещенной под вертикальными перегородками 6.

10 Кроме того, в полости коаксиальной обечайки 11 размещены распределительные устройства 8 и 9 для исходной смеси и флегмы соответственно, которые жестко закреплены на валу 14 и выполнены с возможностью последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции 7.

15 Распределительное устройство 8 для исходной смеси состоит из стакана 15 и крышки 17.

В случае, если патрубок 3 подачи исходной смеси расположен выше распределительного устройства 8, исходная смесь стекает. Если патрубок 3 подачи исходной смеси расположен ниже распределительного устройства 8, пространство между стаканом 15 и крышкой 17 будет заполняться исходной смесью до тех пор, пока 20 ее уровень не достигнет сквозного отверстия 16 стакана 15.

Стакан 15 открыт со стороны патрубка 3 подачи исходной смеси и снабжен сквозным отверстием 16, выполненным на его боковой поверхности с возможностью сообщения сквозного отверстия 16 с патрубками 12 подачи исходной смеси в секции 7.

25 Крышка 17 распределительного устройства 8 размещена со стороны патрубка 3 подачи исходной смеси и установлена на расстоянии от стакана 15, причем пространство между стаканом 15 и крышкой 17 сообщено с патрубком 3 подачи исходной смеси.

Распределительное устройство 9 для флегмы состоит из стакана 18 и крышки 20.

30 В случае, если патрубок 4 подачи флегмы расположен выше распределительного устройства 9, флегма стекает. Если патрубок 4 подачи флегмы расположен ниже распределительного устройства 9, пространство между стаканом 18 и крышкой 20 будет заполняться флегмой до тех пор, пока ее уровень не достигнет сквозного отверстия 19 стакана 18.

35 Стакан 18 открыт со стороны патрубка 4 подачи флегмы и снабжен сквозным отверстием 19, выполненным на его боковой поверхности с возможностью сообщения сквозного отверстия 19 с патрубками 13 подачи флегмы в секции 7.

Крышка 20 распределительного устройства 9 размещена со стороны патрубка 4 подачи флегмы и установлена на расстоянии от стакана 18, причем пространство между стаканом 18 и крышкой 20 сообщено с патрубком 4 подачи флегмы.

40 Кроме того, стаканы 15 и 18 закреплены на валу 14 таким образом, чтобы их сквозные отверстия 16 и 19 были направлены в сторону регулятора потоков паровой фазы 10.

Предварительно осуществляют определение исходных параметров ректификационной колонны и процесса ректификации с использованием стандартных методик.

45 Тип (конструкция) контактных массообменных тарелок 2 не принципиальна, номер питающей тарелки определяют детальным потарельчатым расчетом с определением количества контактных массообменных тарелок 2, используя известные методы расчета процесса ректификации.

Количество вертикальных секций 7 определяется долей периода пропускания пара и может быть рассчитано известными методами расчета.

Минимальное количество вертикальных секций 7 – три, в противном случае не будет обеспечена непрерывная подача пара в ректификационную колонну.

Размеры регулятора потоков паровой фазы 10 зависят от количества секций 7 колонны и рассчитываются таким образом, чтобы при вращении регулятора потоков паровой фазы 10 доступ пара в одну из секций 7 всегда был закрыт.

Заявляемая ректификационная колонна работает следующим образом.

В вертикальный корпус 1 непрерывно подают исходную смесь (I) по патрубку 3 и паровую фазу (II) по патрубку 22 подачи пара.

За счет разницы температур и давления из-за работы нагревателя (на чертежах не показан), поток паровой фазы поднимается вверх по колонне, распределяется между секциями 7, в которых происходят массообменные процессы с находящейся на тарелках 2 жидкой фазой, следствием чего является ректификационное разделение и выделение компонентов из смеси.

Поток паровой фазы из верхней части колонны (III) через один из патрубков 5 поступает в дефлегматор, соединенный с холодильником (на чертежах не показаны), где конденсируется. Часть конденсата выводится в виде дистиллята, а остальную часть в виде флегмы (IV) подают по патрубку 4 в колонну.

Из патрубка 4 флегма (IV) в форме жидкой фазы поступает в пространство между стаканом 18 и крышкой 20 распределительного устройства 9, затем в полость стакана 18, откуда через сквозное отверстие 19 по патрубкам 13 поток флегмы попадает в секции 7, на верхнюю из контактных массообменных тарелок 2 и далее стекает на нижележащие контактные массообменные тарелки 2, в результате чего распределяется по контактным массообменным тарелкам 2, смешивается с исходной смесью и жидкая фаза далее взаимодействует с поднимающимся потоком паровой фазы (см выше).

Поскольку регулятор потоков паровой фазы 10 жестко закреплен на валу 14, при вращении вала 14 с помощью привода 21 происходит смена паровых и жидкостных периодов в секциях 7.

Из патрубка 3 исходная смесь в форме жидкой фазы поступает в пространство между стаканом 15 и крышкой 17 распределительного устройства 8, затем в полость стакана 15, откуда через сквозное отверстие 16 по патрубкам 12 поток исходной смеси попадает в секции 7, на питающую тарелку и далее стекает на нижележащие контактные массообменные тарелки 2, в результате чего распределяется по контактным массообменным тарелкам 2, смешивается с флегмой и жидкая фаза взаимодействует с поднимающимся потоком паровой фазы (см выше).

Высококипящий компонент, как тяжелая фракция исходной смеси, через патрубок 5 уходит в кубовый остаток (V) и выводится из нижней части колонны.

Поскольку распределительные устройства 8 и 9 жестко закреплены на валу 14, при вращении вала 14 с помощью привода 21, поступление исходной смеси из распределительного устройства 8 и флегмы из распределительного устройства 9 в секции 7 происходит последовательно, в период, пока сквозное отверстие 16 стакана 15 сообщается с соответствующим патрубком 12 подачи исходной смеси в секции 7 и сквозное отверстие 19 стакана 18 сообщается с соответствующим патрубком 13 подачи флегмы в секции 7.

Выполнение регулятора потоков паровой фазы 10 с размерами не меньше размеров одной секции 7 и направление сквозных отверстий 16 и 19 распределительных устройств 8 и 9 в сторону регулятора потоков паровой фазы 10, организуют синхронное поступление исходной смеси и флегмы и закрытие доступа потоков паровой фазы для одной и той же секции.

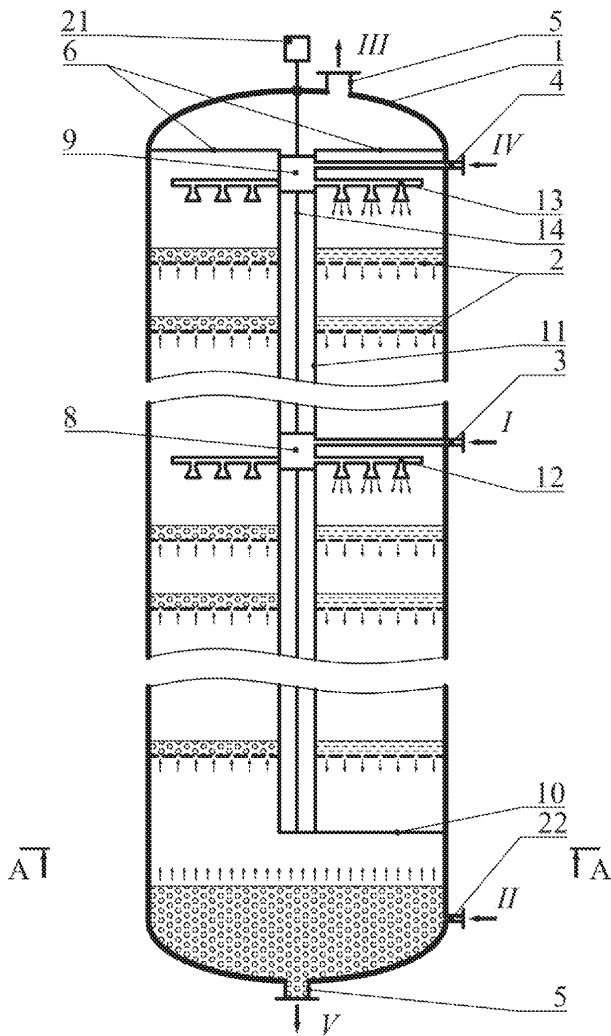
Таким образом, в процессе циклической ректификации параллельно реализуют переток жидкой фазы (исходной смеси, флегмы) в одной секции и движение паровой фазы с массообменными процессами в остальных секциях.

(57) Формула изобретения

Ректификационная колонна, содержащая вертикальный корпус с контактными массообменными тарелками, нагреватель, дефлегматор, холодильник, патрубок подачи исходной смеси, патрубок подачи флегмы и патрубки вывода полученных компонентов смеси, продольную вертикальную перегородку, пересекающую контактные массообменные тарелки и разделяющую корпус колонны на вертикальные секции, кроме того, под перегородкой установлен регулятор потоков паровой фазы в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения, отличающаяся тем, что в корпусе колонны установлена коаксиальная обечайка, ограниченная регулятором потоков паровой фазы, снабженная патрубками подачи исходной смеси и флегмы в секции и сообщенная с патрубками подачи исходной смеси и флегмы, при этом колонна снабжена дополнительными вертикальными перегородками, причем все перегородки пересекают все контактные массообменные тарелки и разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции, вдоль центральной оси колонны установлен вал, на котором жестко закреплен регулятор потоков паровой фазы, размер которого не меньше размеров одной секции, причем колонна содержит два распределительных устройства для исходной смеси и флегмы, каждое из которых выполнено с возможностью последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции, размещено в полости обечайки и состоит из стакана и крышки, размещенных на расстоянии друг от друга и жестко закрепленных на валу, при этом каждый из стаканов снабжен сквозным отверстием, выполненным на его боковой поверхности, и закреплен на валу таким образом, чтобы его сквозное отверстие было направлено в сторону регулятора потоков паровой фазы, кроме того, стаканы распределительных устройств для исходной смеси и флегмы открыты со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а их сквозные отверстия выполнены с возможностью сообщения с патрубками подачи исходной смеси в секции и с патрубками подачи флегмы в секции соответственно, при этом крышки распределительных устройств для исходной смеси и флегмы размещены со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а пространство между стаканом и крышкой распределительных устройств для исходной смеси и флегмы сообщено с патрубками подачи исходной смеси и флегмы соответственно.

1

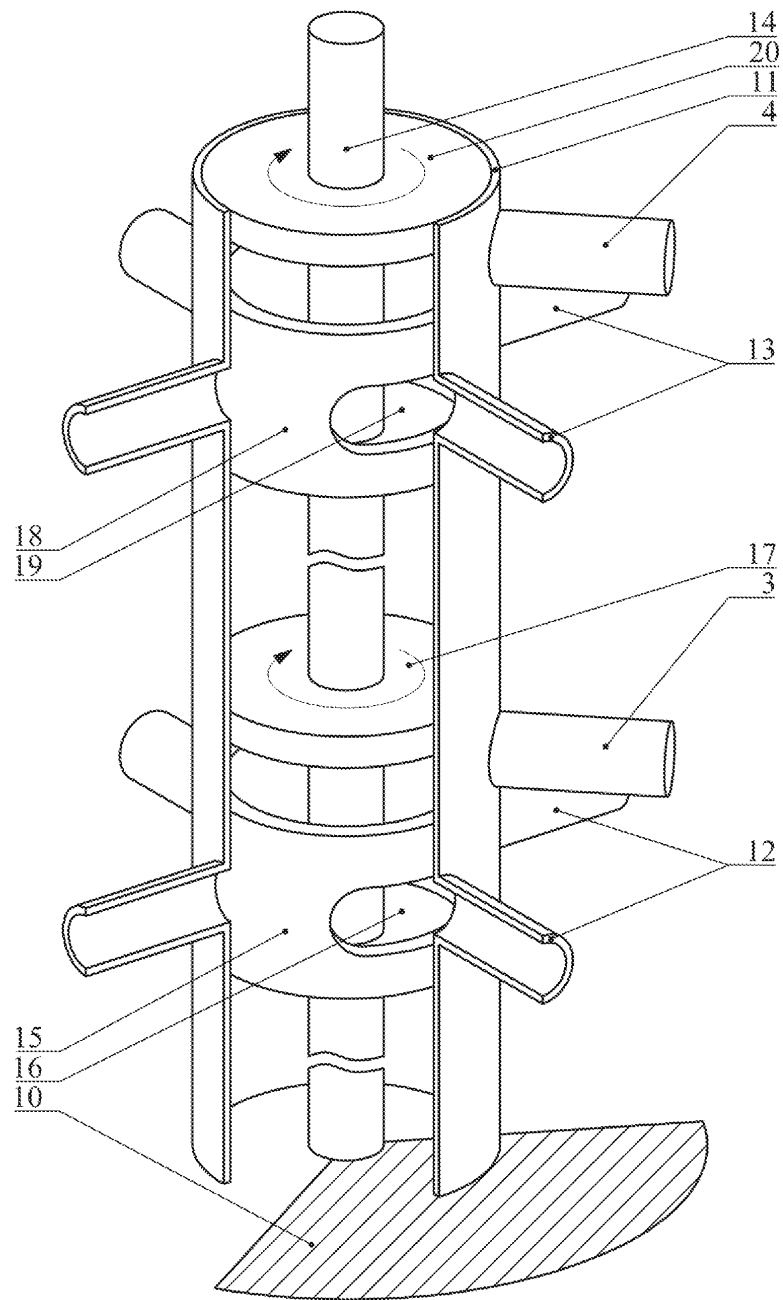
Ректификационная колонна



Фиг. 1

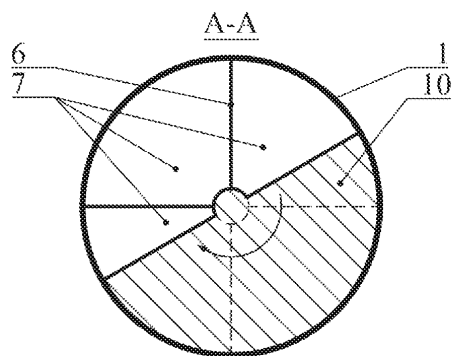
2

Ректификационная колонна



Фиг.2

Ректификационная колонна



Фиг.3

УДК 66.021.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОВПАЧКА ТАРІЛКИ МАСООБМІННОЇ КОЛОНИ

студент Стеблецький І.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Тарілчасті контактні пристрої застосовуються в ректифікаційних, абсорбційних та екстракційних колонах хімічної, харчової та споріднених з ними галузях промисловості.

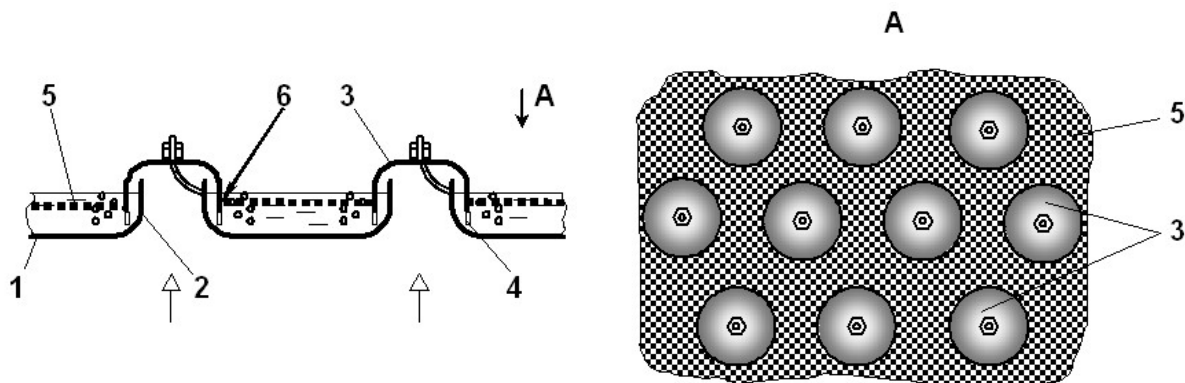
Типова ковпачкові тарілка містить горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині. Основним недоліком цієї тарілки є невисока ефективність масообміну через відносно низьку диспергувальну здатність прорізів та/або щілин ковпачків.

Більш ефективною є тарілка за патентом України № 62066, оскільки в ній завдяки наявності додаткового перфорованого горизонтального полотна підвищується ступінь диспергування легкої фази під час проходження нею шару важкої фази, що збільшує питому поверхню фаз на тарілці. Проте зазначена тарілка складна у виготовленні, а ефективність диспергування легкої фази за допомогою додаткового перфорованого горизонтального полотна невисока, оскільки зазначене полотно розташовано під прорізами та/або щілинами ковпачків.

З метою збільшення ефективності тарілки в цілому авторами було запропоновано ковпачки розташовувати в отворах додаткового перфорованого горизонтального полотна, встановленого над прорізами та/або щілинами ковпачків (див. рисунок). В цьому випадку спрощується виготовлення додаткового перфорованого горизонтального полотна (оскільки зазначена тарілка замість тривимірної стає двовимірною), а отже й конструкція тарілки в цілому.

Крім того, істотно підвищується ступінь диспергування легкої фази під

час проходження нею шару важкої фази, оскільки всі бульбашки легкої фази, що пройшла крізь прорізи та/або щілини ковпачків, додатково проходить перфорацію додаткового перфорованого горизонтального полотна. Це збільшує питому поверхню фаз на тарілці, а отже й ефективність тарілки та масообмінної колони в цілому [1].



1 – горизонтальне полотно, 2 – патрубок, 3 – ковпачок, 4 – проріз (щілина),
5 – перфороване горизонтальне полотно, 6 – отвір

Рисунок – Тарілка масообмінної колони

Під час роботи апарата важка фаза рухається по основному горизонтальному полотну 1 і додатковому перфорованому горизонтальному полотну 5, а легка – з підтарілкового простору крізь патрубку 2 проходить під ковпачки 3 і далі крізь їхні прорізи та/або щілини 4 диспергується в об'ємі важкої фази, що рухається під додатковим перфорованим горизонтальним полотном 5. Після цього легка фаза додатково диспергується в об'ємі важкої фази, що рухається над додатковим перфорованим горизонтальним полотном 5.

Пропонована тарілка істотно підвищує ефективність процесу масообміну.

Перелік посилань:

1. Рішення від 9.07.18 про видачу патенту України. МПК (2018.01) B01D 3/18, B01D 3/20. Тарілка масообмінної колони / Андреев І. А., Мікульонюк І. О., Стеблецький І. М.; заявник і патентовласник вони же. — № u201804231; заявл. 17.04.18.

УДК 66.021.3

ТАРІЛКА МАСООБМІННОГО АПАРАТА

студент Стеблецький І.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

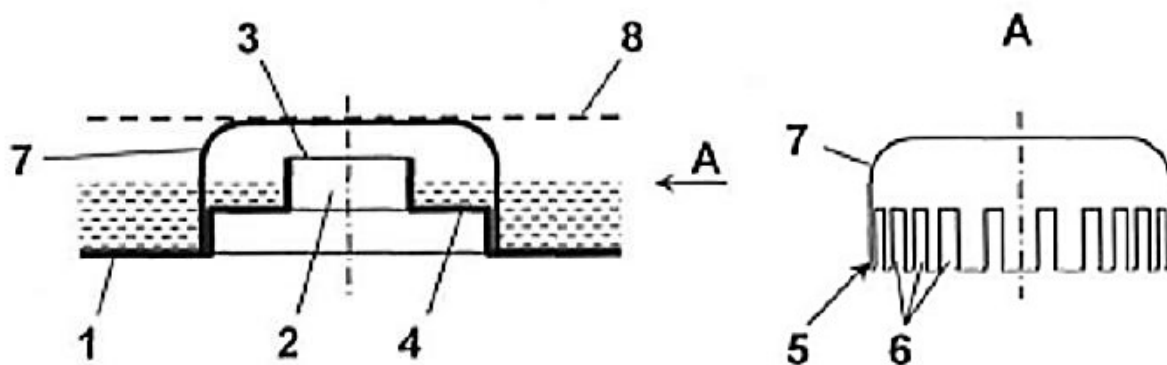
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Одним з найбільш ефективних робочих елементів масообмінних апаратів є ковпачкові тарілки. Недоліком типової ковпачкової тарілки є її складна конструкція. Крім того, монтаж і демонтаж ковпачків на тарілці пов'язаний зі значними труднощами, передусім через можливе пошкодження під час експлуатації пристрою нарізок стрижня і гайок. Також така тарілка не усуває бризкоуловлювання, що погіршує умови масопередачі в апараті.

Більш ефективною є тарілка за патентом України № 123835 U, оскільки вона має простішу конструкцію, ніж аналог, що розглянуто, проте вона також не усуває бризкоуловлювання, що погіршує умови масопередачі в апараті. Крім того, внаслідок фіксації ковпачків на горизонтальному полотні лише за рахунок сил тертя, ця тарілка має невисоку надійність

З метою збільшення ефективності тарілки в цілому авторами було запропоновано над ковпачками встановлювати перфороване горизонтальне полотно (див. рисунок).

В цьому випадку, під час роботи апарата встановлене над ковпачками з можливістю взаємодії з ними перфороване горизонтальне полотно затримує краплі важкої фази, що уносяться потоком легкої фази в напрямку верхньої тарілки, після чого затримані краплі поступово укрупнюються й повертаються в потік важкої фази, що рухається по горизонтальному полотну тарілки. Це істотно поліпшує умови масопередачі в апараті. Також перфороване горизонтальне полотно під час роботи апарата унеможливорює вертикальне переміщення ковпачків відносно горизонтального полотна, що підвищує надійність тарілки та апарата в цілому [1].



1 – горизонтальне полотно, 2 – отвір, 3 – газовий патрубок, 4 – кільцевий виступ, 5 – основа ковпачка, 6 – проріз, 7 – ковпачок, 8 – перфороване горизонтальне полотно

Рисунок – Тарілка масообмінного апарата

Під час роботи масообмінного апарата важка фаза рухається по горизонтальному полотну 1 тарілки, а легка – проходить крізь газові патрубки 3, кільцевий простір між ними й ковпачками 7, їхні вертикальні прорізи та/або щілини 6 і далі – крізь шар важкої фази, що рухається по горизонтальному полотні 1. Встановлене над ковпачками 7 перфороване горизонтальне полотно 8 затримує краплі важкої фази, що уносяться потоком легкої фази в напрямку верхньої тарілки (не показана), після чого затримані краплі поступово укрупнюються й повертаються в потік важкої фази, що рухається по горизонтальному полотну 1 тарілки, що істотно поліпшує умови масопередачі. Одночасно перфороване горизонтальне полотно 8 надійно фіксує всі ковпачки 7 на горизонтальному полотні 1, що підвищує надійність тарілки та апарата в цілому.

Перелік посилань:

1. Пат. 130245 U Україна МПК (2006.01) B01D 3/20. Тарілка масообмінного апарата / Андреев І. А., Мікульонюк І. О., Коваль В. О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201806989; заявл. 21.06.2018; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22.



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208177007 U

(45)授权公告日 2018.12.04

(21)申请号 201820442766.9

(22)申请日 2018.03.30

(73)专利权人 江苏凌云药业股份有限公司

地址 213000 江苏省常州市金坛区金城镇
白龙荡工业园B区4号

(72)发明人 凌青云 毕亚铃 相良斌

(74)专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 庄沙丽 夏平

(51)Int.Cl.

B01D 3/14(2006.01)

B01D 3/32(2006.01)

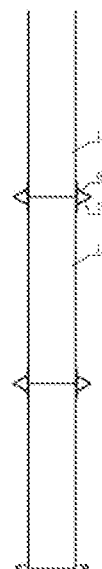
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54)实用新型名称

一种高真空精馏塔

(57)摘要

本实用新型公开了一种高真空精馏塔,包括上下依次连接在一起的塔节,上下相邻的塔节中,位于上部的塔节下部外周设有一圈上裙边,位于下部的塔节上部外周设有一圈下裙边,上裙边上部为密封焊接在塔节上的筒形结构、下部为上小下大的锥形结构,下裙边上部为上大下小的锥形结构、下部为密封焊接在塔节上的筒形结构,上裙边的下边缘和下裙边的上边缘密封焊接在一起。本实用新型利用上下裙边将相邻的上下塔节上连接在一起,由于上下裙边是密封焊接在一起,精馏塔在使用时就能彻底避免泄漏;另外,塔节通过上下裙边连接可消除整塔受热膨胀产生的轴向应力,可以补偿因温度差或机械振动等引起的附加应力。



1. 一种高真空精馏塔,包括上下依次连接在一起的塔节(1),其特征在于:上下相邻的塔节中,位于上部的塔节下部外周设有一圈上裙边(6),位于下部的塔节上部外周设有一圈下裙边(7),上裙边(6)上部为密封焊接在塔节(1)上的筒形结构(61)、下部为上小下大的锥形结构(62),下裙边(7)上部为上大下小的锥形结构(72)、下部为密封焊接在塔节上的筒形结构(71),上裙边(6)的下边缘和下裙边(7)的上边缘密封焊接在一起。

2. 根据权利要求1所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上下相邻的塔节中,位于下部的塔节的上部固定有三个以上的定位块(8),定位块(8)的上边缘高于所在塔节(1)的上边缘,定位块(8)位于下裙边(7)内部。

3. 根据权利要求2所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述定位块(8)均匀焊接在塔节(1)的外周上。

4. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:上裙边(6)的上部筒形结构(61)和下部锥形结构(62)之间具有圆弧过渡,下裙边(7)上部的锥形结构(72)和下部的筒形结构(71)之间具有圆弧过渡。

5. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)或下裙边(7)由钢板冲压拉伸而成。

6. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)和下裙边(7)的高度与塔节(1)高度之比小于0.3。

7. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)或下裙边(7)的筒形结构的高度与塔节(1)高度之比大于0.05。

8. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)和下裙边(7)最大处直径均为塔节(1)外径的1.1-1.4倍。

9. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)和下裙边(7)最大处直径均比塔节外径大200~500mm。

10. 根据权利要求1或2或3所述的高真空精馏塔,其特征在于:所述上裙边(6)和下裙边(7)的锥面与水平面之间的夹角均不大于30°。

一种高真空精馏塔

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种高真空精馏塔,具体是一种防泄漏的精馏塔,属于化工设备技术领域。

背景技术

[0002] 现有技术的精馏塔,塔节与塔节之间是由法兰连接,其是靠法兰面间的垫片实现密封。这种精馏塔的结构如图1至图2所示,精馏塔塔节1为筒体结构,上部的塔节底部设有上法兰2,下部塔节上部设有下法兰3,上法兰2和下法兰3之间设有密封垫片4,上法兰2和下法兰3通过螺栓5固定在一起。对于高真空(绝对压力小于100Pa)场合使用的精馏塔,泄漏点几乎全部来自于法兰密封处。即使首次安装和测试泄漏率都很低或无泄漏,但由于频繁升温降温和载体变形等因素,最终导致法兰连接处泄漏,而且高真空检漏没有可靠的简易、快速方法,一直困扰着从事高真空精馏的工程技术人员。

[0003] 对于某些特殊物料(尤其是日用化学品中的一些香料),常温下是固体或油状液体,沸点高,对溶剂残留要求十分苛刻,通常的溶剂结晶方法根本无法达到品质要求,只能通过精馏提纯。为防止高温发生分解、降解、交联等不期望的后果,只有通过高真空降低物质的沸点,才能进行精馏操作进行提纯。

[0004] 而高真空精馏时,如果塔体有泄漏,空气进入高温的塔内会导致产品氧化,难以得到所希望的纯度和含量。一旦判断出因泄漏空气导致产品质量问题,能够采取的措施就是往法兰连接处灌密封胶,还需要频繁地拆除保温材料,灌胶后再保温,耗费大量的人力、物力,高空作业的危险性更增添了诸多不确定因素。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种能防止泄漏的高真空精馏塔,以解决现有技术的精馏塔容易在法兰连接处产生泄漏的技术问题。

[0006] 本实用新型采用如下技术方案:一种高真空精馏塔,包括上下依次连接在一起的塔节,上下相邻的塔节中,位于上部的塔节下部外周设有一圈上裙边,位于下部的塔节上部外周设有一圈下裙边,上裙边上部为密封焊接在塔节上的筒形结构、下部为上小下大的锥形结构,下裙边上部为上大下小的锥形结构、下部为密封焊接在塔节上的筒形结构,上裙边的下边缘和下裙边的上边缘密封焊接在一起。

[0007] 所述上下相邻的塔节中,位于下部的塔节的上部固定有三个以上的定位块,定位块的上边缘高于所在塔节的上边缘,定位块位于下裙边内部。

[0008] 所述定位块均匀焊接在塔节的外周上。

[0009] 上裙边的上部筒形结构和下部锥形结构之间具有圆弧过渡,下裙边上部的锥形结构和下部的筒形结构之间具有圆弧过渡。

[0010] 所述上裙边或下裙边由钢板冲压拉伸而成。

[0011] 所述上裙边和下裙边的高度与塔节高度之比小于0.3。

[0012] 所述上裙边或下裙边的筒形结构的高度与塔节高度之比大于0.05。

[0013] 所述上裙边和下裙边最大处直径均为塔节外径的1.1-1.4倍。

[0014] 所述上裙边和下裙边最大处直径均比塔节外径大200~500mm。

[0015] 所述上裙边和下裙边的锥面与水平面之间的夹角均不大于30°。

[0016] 本实用新型的有益效果是：本实用新型利用上下裙边将相邻的上下塔节上连接在一起，由于上下裙边是密封焊接在一起，精馏塔在使用时就能彻底避免泄漏；另外，塔节通过上下裙边连接可消除整塔受热膨胀产生的轴向应力，可以补偿因温度差或机械振动等引起的附加应力。当精馏塔维修或更换塔内件时，只需要将上下两裙边间的焊缝割开，再安装时重新将上下裙边焊接在一起即可，比现有技术的拆装法兰、更换螺栓和密封垫省时省工。本实用新型结构简单，防泄漏效果好，彻底解决了现有技术的精馏塔容易在法兰连接处产生泄漏的技术问题。

[0017] 优选的，在塔节上预焊接定位块，可以保证整塔安装的同心度和精度要求，定位块的数量依塔径大小而定，直径越小所需数量越少，但至少需要三块。

[0018] 优选的，上下裙摆锥形结构与筒形结构之间的圆弧过渡可以减小应力，过渡圆弧的半径越大应力越小。

[0019] 优选的，上下裙边可以由整块钢板冲压拉伸而成，也可以由边角料拼接后冲压拉伸而成，无须精加工，成本低于法兰。

附图说明

[0020] 图1是现有技术的精馏塔的结构示意图；

[0021] 图2是图1中塔节连接部分的放大图；

[0022] 图3是本实用新型一种实施例的结构示意图(图中仅显示三个塔节)；

[0023] 图4是图3中上下相邻的塔节连接的局部放大图；

[0024] 图5是图4的中上裙边的结构示意图；

[0025] 图6是定位块安装在塔节上的示意图；

[0026] 图7是图6的俯视图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型进行详细说明。

[0028] 本实用新型一种实施例的结构如图3至图7所示，本实施例的高真空精馏塔包括上下依次连接在一起的塔节1，上下相邻的塔节中，位于上部的塔节下部外周设有一圈上裙边6，位于下部的塔节上部外周设有一圈下裙边7，上裙边6上部为密封焊接在塔节1上的筒形结构61、下部为上小下大的锥形结构62，下裙边7上部为上大下小的锥形结构72、下部为密封焊接在塔节上的筒形结构71，上裙边6的下边缘和下裙边7的上边缘密封焊接在一起。

[0029] 本实施例中上裙边6的上部筒形结构61和下部锥形结构62之间具有圆弧过渡，下裙边7上部的锥形结构72和下部的筒形结构71之间具有圆弧过渡，圆弧过渡可以减小应力。所述上裙边6或下裙边7由钢板冲压拉伸而成，无须精加工，成本低于法兰。

[0030] 在上下相邻的塔节中，位于下部的塔节的上部固定有三个以上的定位块8，定位块8的上边缘高于所在塔节1的上边缘，定位块8位于下裙边7内部。所述定位块8均匀焊接在塔

节1的外周上。在塔节上预焊接定位块,可以保证整塔安装的同心度和精度要求,定位块的数量依塔径大小而定,直径越小所需数量越少,本实施例中采用六个定位块。

[0031] 所述上裙边6和下裙边7的高度与塔节1高度之比小于0.3,所述上裙边6或下裙边7的筒形结构的高度与塔节1高度之比大于0.05,所述上裙边6和下裙边7最大处直径均比塔节外径大200~500mm,所述上裙边6和下裙边7的锥面与水平面之间的夹角均不大于 30° 。

[0032] 本实施例的蒸馏塔在安装时,下塔节定位后,将上塔节吊装由定位块导入就位,垂直校正,然后将上下裙边之间的环缝焊死,从而将上下塔节焊接在一起,为防止焊接产生的热应力导致变形,可先点焊、间断焊,然后连续焊。

[0033] 由于上下裙边是密封焊接在一起,精馏塔在使用时就能彻底避免泄漏;另外,塔节通过上下裙边连接可消除整塔受热膨胀产生的轴向应力,可以补偿因温度差或机械振动等引起的附加应力。当精馏塔维修或更换塔内件时,只需要将上下两裙边间的焊缝割开,再安装时重新将上下裙边焊接在一起即可,比现有技术的拆装法兰、更换螺栓和密封垫省时省工。本实用新型结构简单,防泄漏效果好,彻底解决了现有技术的精馏塔容易在法兰连接处产生泄漏的技术问题。

[0034] 在本实用新型其它的实施例中,以直径200mm至1000mm为例,上裙边和下裙边最大处直径均可以是塔节外径的1.1-1.4倍。

[0035] 上述实施例为本实用新型一种优选的实施例,在本实用新型其它的实施例中,塔节、上下裙边的尺寸大小可以根据实际需要而灵活改变的。

[0036] 本行业的技术人员应该了解,本实用新型不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本实用新型的原理,在不脱离本实用新型精神和范围的前提下,本实用新型还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本实用新型范围内。

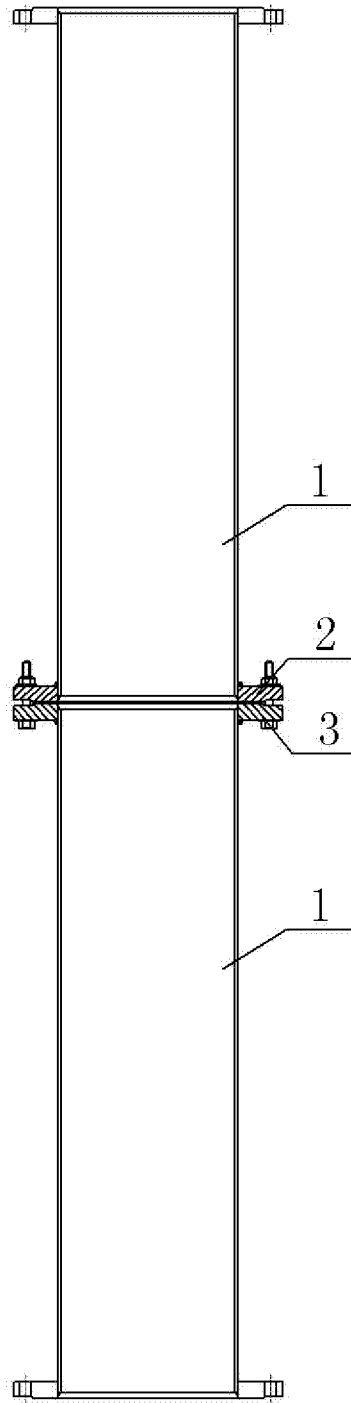


图1

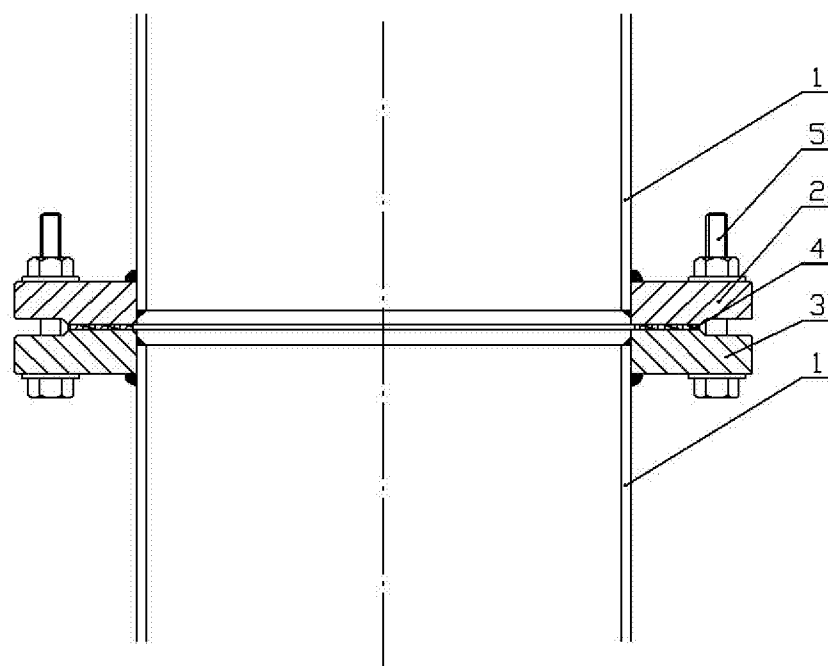


图2

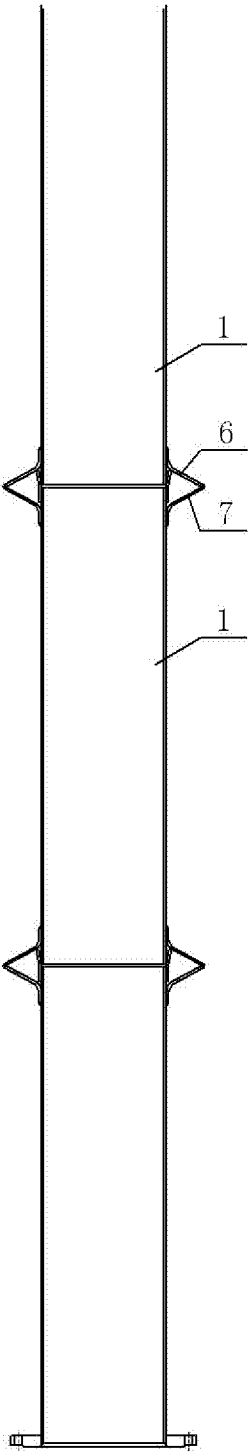


图3

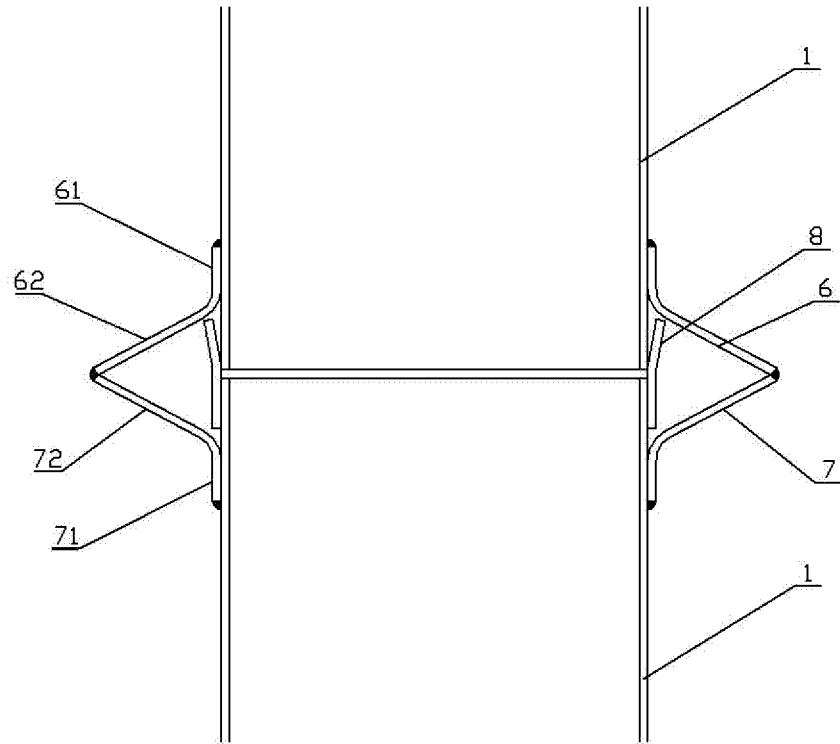


图4

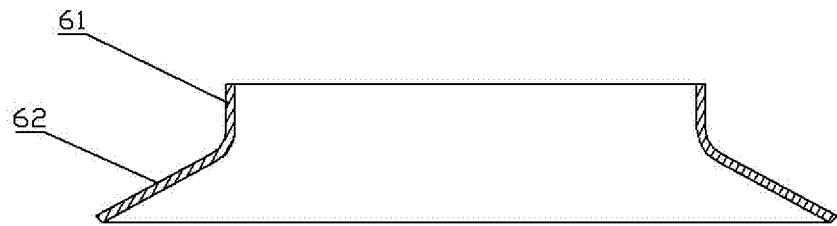


图5

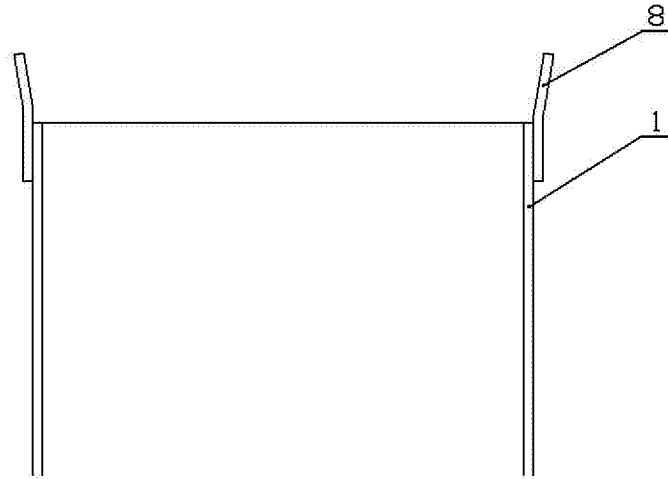


图6

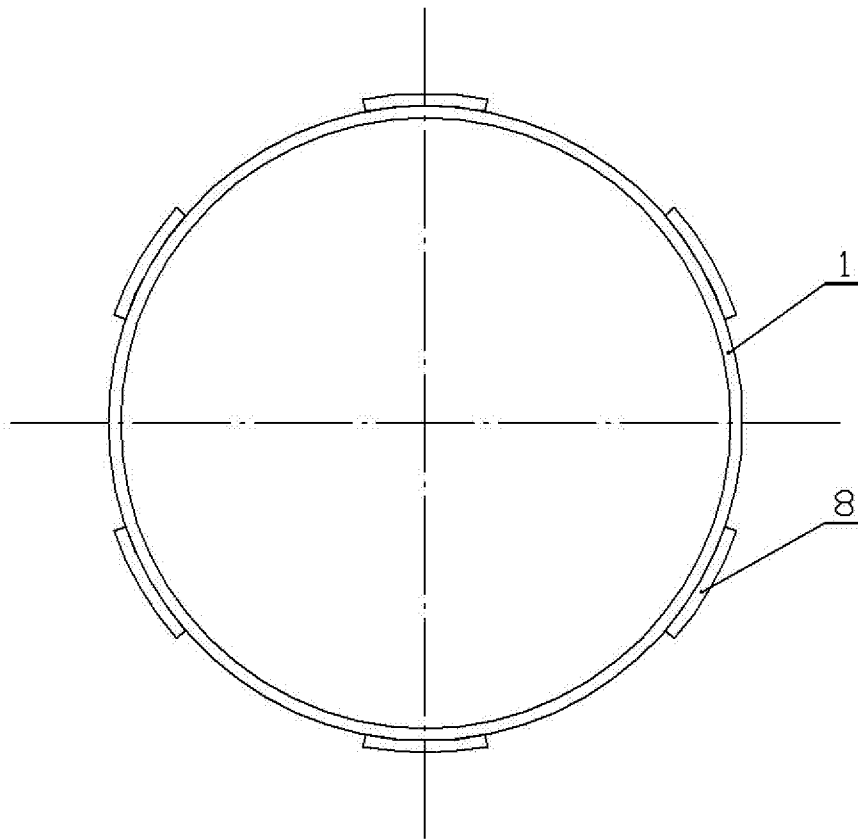


图7



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208660397 U

(45)授权公告日 2019.03.29

(21)申请号 201820780188.X

(22)申请日 2018.05.24

(73)专利权人 江苏安迪化学药业有限公司

地址 224000 江苏省盐城市滨海县经济开发
区化工园

(72)发明人 杜娟 汪宏春

(74)专利代理机构 南京常青藤知识产权代理有
限公司 32286

代理人 金迪

(51)Int.Cl.

B01D 3/14(2006.01)

B01D 3/32(2006.01)

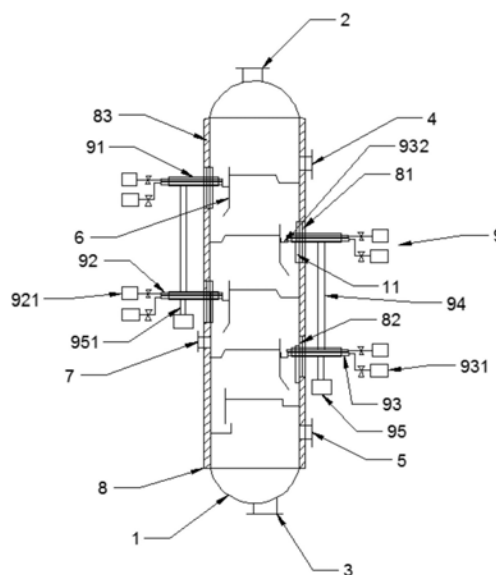
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔

(57)摘要

本实用新型属于化工设备技术领域,具体涉及特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔,包括精馏塔本体和清洗装置,精馏塔本体的顶部和底部分别设有蒸汽进口和出液口,精馏塔本体的侧面设有回流进口、蒸汽入口和进料口,精馏塔本体由上至下依次设有若干塔板,精馏塔本体的侧面设有位置与塔板对应的条形通孔,清洗装置包括一端穿过条形通孔设置在精馏塔本体内部的固定套管,固定套管内设有位于精馏塔本体内部的喷淋管,喷淋管的另一端连接有高压喷水枪,条形通孔处设有与精馏塔本体的侧壁滑动连接的密封垫片,密封垫片上设有与固定套管套接的连接通孔。本实用新型提供一种防堵塞效果佳、省事省力、操作简便的防堵特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔。



1. 特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔, 其特征在于, 包括精馏塔本体和清洗装置, 所述精馏塔本体的顶部和底部分别设有蒸汽进口和出液口, 所述精馏塔本体的侧面设有回流进口、蒸汽入口和进料口, 所述精馏塔本体内由上至下依次设有若干塔板, 所述精馏塔本体的侧面设有位置与所述塔板对应的条形通孔, 所述清洗装置包括一端穿过所述条形通孔设置在所述精馏塔本体内部的固定套管, 所述固定套管内设有一端位于所述精馏塔本体内部的喷淋管, 所述喷淋管的另一端连接有高压喷水枪, 所述条形通孔处设有与所述精馏塔本体的侧壁滑动连接的密封垫片, 所述密封垫片上设有与所述固定套管套接的连接通孔。

2. 根据权利要求1所述的特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔, 其特征在于, 所述连接通孔的横截面与所述固定套管的横截面相同, 所述密封垫片的长度至少为所述条形通孔长度的3倍。

3. 根据权利要求1所述的特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔, 其特征在于, 所述固定套管两个为一组, 且之间连接有联杆, 还包括气缸, 所述气缸包括与其中一所述固定套管连接的驱动轴。

4. 根据权利要求1所述的特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔, 其特征在于, 所述固定套管内还设有集液管, 所述集液管的一端穿过所述条形通孔位于所述喷淋管的下方且连接有开口向上的集液槽, 所述集液槽与所述塔板之间存在缝隙, 且所述集液槽宽度小于所述塔板的宽度, 所述集液管的另一端连接有负压机。

5. 根据权利要求1所述的特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔, 其特征在于, 所述精馏塔本体的外侧沿圆周方向包覆有首尾连接的固定壁, 所述固定壁与所述精馏塔本体之间形成一固定夹腔, 所述固定夹腔内在所述条形通孔的上下两侧分别设由固定填充层。

特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔

技术领域

[0001] 本实用新型属于化工设备技术领域,具体涉及特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔。

背景技术

[0002] 特比萘芬为烯丙胺类抗真菌药,抑制真菌细胞麦角甾醇合成过程中的鲨烯环氧化酶,并使鲨烯在细胞中蓄积而起杀菌作用。人体细胞对本品的敏感性为真菌的万分之一。本品有广谱抗真菌作用,对皮肤真菌有杀菌作用,对白色念珠菌则起抑菌作用。适用于浅表真菌引起的皮肤、指甲感染,如毛癣菌、狗小孢子菌、絮状表皮癣菌等引起的体癣、股癣、足癣、甲癣以及皮肤白色念珠菌感染。特比萘芬的生产工艺通常为以氯代叔丁烷和氯乙烷为原料,在三氯化铝存在下进行缩合反应。然后在氢氧化钾存在下,在二甲亚砜中高温加热,消去两分子的氯化氢。得到的物质先和乙基溴化镁在室温中反应,再和丙烯醛作用,生成6,6-二甲基-1-庚烯-4-炔-3-醇。最后溴代得顺反-1-溴-6,6-二甲基-2-庚烯-4-炔。将得到的产物和N-甲基-1-萘甲胺在碳酸钠作用下缩合,得特比萘芬和它的顺式异构体,因此在特比萘芬的生产过程中,需要对反应中间混合物分离,现有常使用的分离效果好的装置是精馏塔。

[0003] 精馏塔是进行精馏的一种塔式汽液接触装置,蒸馏的基本原理是将液体混合物多次部分气化和部分冷凝,利用其中各组份挥发度不同的特性,实现分离目的的单元操作,板式塔是精馏塔一种主要类型,精馏塔在使用过程中,由于介质结晶或聚合物的生成,这些物质淤积导致塔板和管道堵塞,给生产作业带了了很大不便,现有的技术下,当出现堵塞情况时,往往通过人工清理塔板及溢流堰等结构,耗费大量人力,降低作业效率,存在一定的不足。

[0004] 根据现有技术存在的问题,本实用新型提供一种防堵塞效果佳、省事省力、操作简便的防堵特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔。

实用新型内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题,本实用新型采用如下技术方案:

[0006] 特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔,包括精馏塔本体和清洗装置,所述精馏塔本体的顶部和底部分别设有蒸汽进口和出液口,所述精馏塔本体的侧面设有回流进口、蒸汽入口和进料口,所述精馏塔本体内由上至下依次设有若干塔板,所述精馏塔本体的侧面设有位置与所述塔板对应的条形通孔,所述清洗装置包括一端穿过所述条形通孔设置在所述精馏塔本体内部的固定套管,所述固定套管内设有一端位于所述精馏塔本体内部的喷淋管,所述喷淋管的另一端连接有高压喷水枪,所述条形通孔处设有与所述精馏塔本体的侧壁滑动连接的密封垫片,所述密封垫片上设有与所述固定套管套接的连接通孔。

[0007] 优选的,所述连接通孔的横截面与所述固定套管的横截面相同,所述密封垫片的长度至少为所述条形通孔长度的3倍。

[0008] 优选的,所述固定套管两个为一组,且之间连接有联杆,还包括气缸,所述气缸包括与其中一所述固定套管连接的驱动轴。

[0009] 优选的,所述固定套管内还设有集液管,所述集液管的一端穿过所述条形通孔位于所述喷淋管的下方且连接有开口向上的集液槽,所述集液槽与所述塔板之间存在缝隙,且所述集液槽宽度小于所述塔板的宽度,所述集液管的另一端连接有负压机。

[0010] 优选的,所述精馏塔本体的外侧沿圆周方向包覆有首尾连接的固定壁,所述固定壁与所述精馏塔本体之间形成一固定夹腔,所述固定夹腔内在所述条形通孔的上下两侧分别设由固定填充层。

[0011] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果是:

[0012] 1、本实用新型通过高压喷水枪的上下移动能够对塔板进行更加全面的清洗,并且使用集液槽收集,通过集液管将冲洗后的液体吸出;

[0013] 2、设有的密封垫片能够保持精馏塔本体的密封性,同时由于与精馏塔本体滑动连接,所以并不妨碍清洗装置的工作。

附图说明

[0014] 附图用来提供对本实用新型的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本实用新型的实施例一起用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的限制。在附图中:

[0015] 图1是本实用新型结构示意图,

[0016] 图2是本实用新型密封垫片和条形通孔连接处结构示意图,

[0017] 图中标记为:1、精馏塔本体;11、条形通孔;2、蒸汽进口;3、出液口;4、回流进口;5、蒸汽入口;6、塔板;7、进料口;8、固定壁;81、固定夹腔;82、密封垫片;821、连接通孔;83、固定填充层;9、清洗组件;91、固定套管;92、喷淋管;921、高压喷水枪;93、集液管;931、负压机;932、集液槽;94、联杆;95、气缸;951、驱动轴。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图描述本实用新型的优选实施方式:

[0019] 如图1-图2所示,特比萘芬氯代物混合物分离用精馏塔,包括精馏塔本体1和清洗装置9,精馏塔本体1的顶部和底部分别设有蒸汽进口2和出液口3,精馏塔本体1的侧面设有回流进口4、蒸汽入口5和进料口7,精馏塔本体1内由上至下依次设有若干塔板6,精馏塔本体1的侧面设有位置与塔板6对应的条形通孔11,清洗装置9包括一端穿过条形通孔11设置在精馏塔本体1内的固定套管91,固定套管91内设有一端位于精馏塔本体1内的喷淋管92,喷淋管92的另一端连接有高压喷水枪921,条形通孔11处设有与精馏塔本体1的侧壁滑动连接的密封垫片82,密封垫片82上设有与固定套管91套接的连接通孔821。

[0020] 如图1-图2所示,连接通孔821的横截面与固定套管91的横截面相同,密封垫片82的长度至少为条形通孔11长度的3倍。

[0021] 如图1-图2所示,固定套管91两个为一组,且之间连接有联杆94,还包括气缸95,气缸95包括与其中一固定套管91连接的驱动轴951。

[0022] 如图1-图2所示,固定套管91内还设有集液管93,集液管93的一端穿过条形通孔11位于喷淋管92的下方且连接有开口向上的集液槽932,集液槽932与塔板6之间存在缝隙,且

集液槽932宽度小于塔板6的宽度,集液管93的另一端连接有负压机93。

[0023] 如图1-图2所示,精馏塔本体1的外侧沿圆周方向包覆有首尾连接的固定壁8,固定壁8与精馏塔本体1之间形成一固定夹腔81,固定夹腔81内在条形通孔11的上下两侧分别设有固定填充层83。

[0024] 以上仅为本实用新型的优选实施例而已,并不用于限制实用新型,尽管参照前述实施例对本实用新型进行的详细说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同交换。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

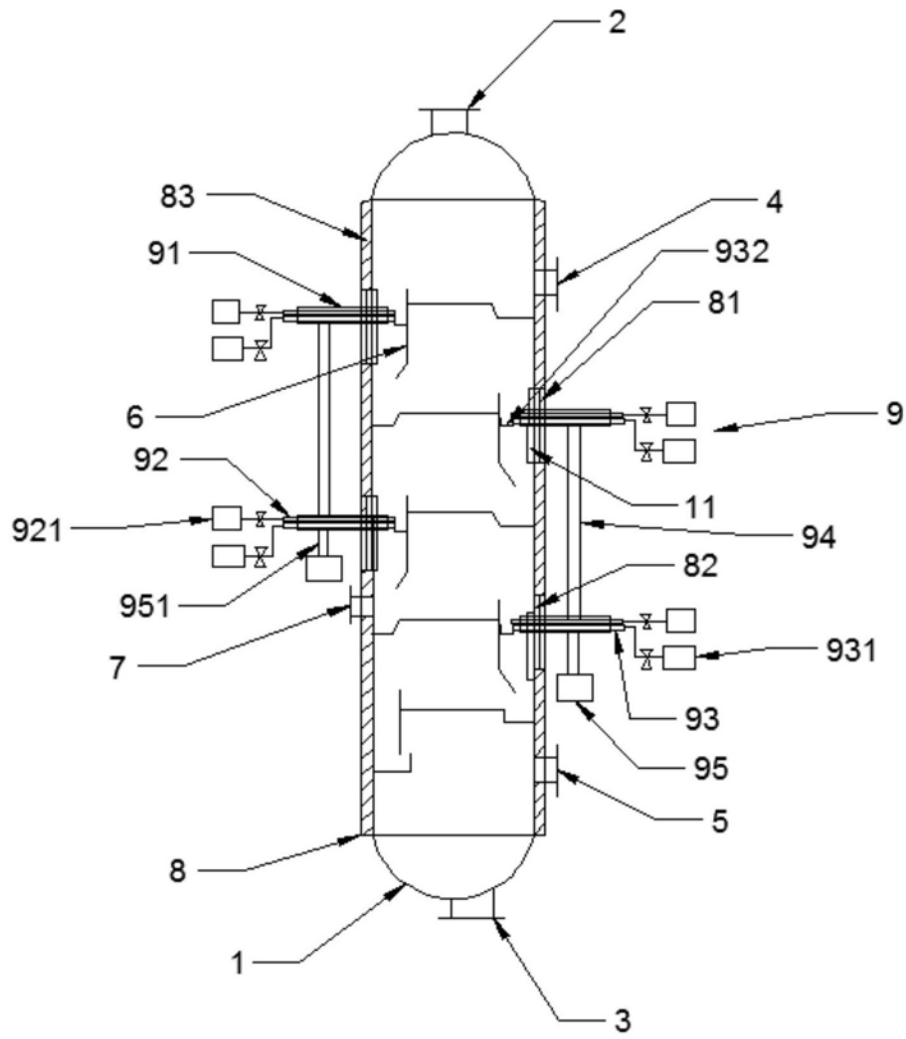


图1

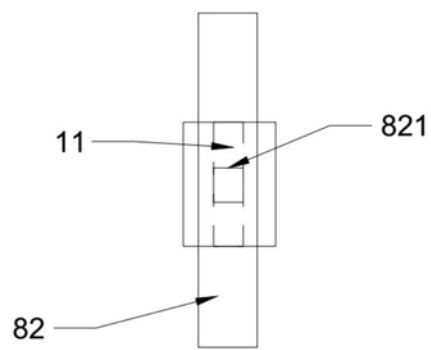


图2



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208799792 U

(45)授权公告日 2019. 04. 30

(21)申请号 201821402357.2

(22)申请日 2018.08.29

(73)专利权人 湖北佰智昂生物化工有限公司

地址 432505 湖北省孝感市云梦县盐化工
产业园

(72)发明人 李清平 徐志丹

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 杨立 陈振玉

(51)Int.Cl.

B01D 3/32(2006.01)

B01D 3/14(2006.01)

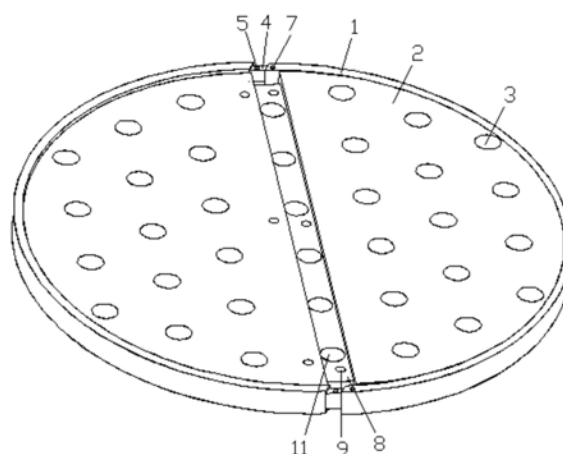
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)实用新型名称

一种用于精馏塔的塔板

(57)摘要

本实用新型涉及一种用于精馏塔的塔板,包括固定环和塔板主体,固定环套设在塔板外,塔板主体与固定环的内侧通过固定件可拆卸连接,固定环由两个形状相同的半环体组成,其中一半环体的两端分别设有第一滑动件,另一半环体的两端分别设有与第一滑动件分别对应的第二滑动件,第一滑动件与对应的第二滑动件滑动连接,并通过第一定位件连接固定,塔板主体由两块半圆形的板体拼接而成的圆形板,板体上均间隔开设有若干第一通孔,其中一板体的直边侧设有第三滑动件,另一板体的直边侧设有第四滑动件,第三滑动件与第四滑动件滑动连接,并通过第二定位件进行定位。本实用新型的有益效果是可调节塔板的周长以便适用于几种不同规格的精馏板,适用性较强。



1. 一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:包括固定环和塔板主体,所述固定环套设在所述塔板主体外,所述塔板主体与所述固定环的内侧通过固定件可拆卸连接,所述固定环由两个形状相同的半环体(1)组成,其中一所述半环体(1)的两端分别设有第一滑动件,另一所述半环体(1)的两端分别设有与所述第一滑动件分别对应的第二滑动件,所述第一滑动件与对应的所述第二滑动件滑动连接,以使两个所述半环体(1)的两端相互靠近或远离,从而调节所述固定环的周长,并通过第一定位件连接固定,所述塔板主体为两块半圆形的板体(2)拼接而成的圆形板,所述板体(2)上均间隔开设有若干第一通孔(3),其中一所述板体(2)的直边侧设有第三滑动件,另一所述板体(2)的直边侧设有第四滑动件,所述第三滑动件与所述第四滑动件滑动连接,以使两块所述板体(2)的直边侧相互靠近或远离,从而调节两块所述板体(2)的直边侧之间的距离,并通过第二定位件进行定位。

2. 根据权利要求1所述的一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:所述第一滑动件包括两个弧状的第一凸起(4),每个所述第一凸起(4)的一端与对应的所述半环体(1)的一端固定连接,所述第一凸起(4)上沿其滑动方向均开设有多个第二通孔(5),所述第二滑动件包括设置在另一所述半环体(1)两端的端面上且与所述第一凸起(4)一一对应的第一凹槽(6),所述第一凹槽(6)的侧壁上均开设有一与所述第二通孔(5)配合且的定位通孔(7),所述定位通孔(7)与所述第一凹槽(6)连通;所述第一定位件为插销,所述第一凸起(4)在所述第一凹槽(6)内滑动,所述插销插入所述定位通孔(7)及对应的所述第二通孔(5)进行定位。

3. 根据权利要求1所述的一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:所述第三滑动件包括设置在其中一所述板体(2)直边侧的第二凸起(8),所述第二凸起(8)上沿对应所述板体(2)的径向均匀间隔设有多个螺孔(9),每组所述螺孔(9)包括沿滑动方向间隔设置的多个所述螺孔(9),所述第四滑动件包括设置在另一所述板体(2)直边侧上且与所述第二凸起(8)配合的第二凹槽,对应所述板体(2)的上端面沿其径向间隔开设有一个与所述螺孔(9)配合的定位螺孔(10),所述定位螺孔(10)与所述第二凹槽连通;所述第二定位件为螺钉,所述第二凸起(8)在所述第二凹槽内滑动,所述螺钉穿过所述定位螺孔(10)及对应所述螺孔(9)进行定位。

4. 根据权利要求3所述的一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:所述第二凸起(8)两端的边缘呈弧状。

5. 根据权利要求3所述的一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:所述第二凸起(8)上开设多个第三通孔(11)。

6. 根据权利要求1所述的一种用于精馏塔的塔板,其特征在于:所述固定件为螺栓,所述螺栓穿过所述固定环的螺纹通孔以及所述精馏塔内壁上对应的螺纹凹槽进行固定。

一种用于精馏塔的塔板

技术领域

[0001] 本实用新型涉及精馏塔设备技术领域,具体涉及一种用于精馏塔的塔板。

背景技术

[0002] 精馏塔是进行精馏的一种塔式汽液接触装置,蒸气由塔底进入,蒸发出的气相与下降液进行逆流接触,两相接触中,下降液中的易挥发(低沸点)组分不断地向气相中转移,气相中的难挥发(高沸点)组分不断地向下降液中转移,气相愈接近塔顶,其易挥发组分浓度愈高,而下降液愈接近塔底,其难挥发组分则愈富集,从而达到组分分离的目的。

[0003] 塔板是板式精馏塔的主要部件,用以使两种流体密切接触,进行两相之间的质交换,以达到分离液体混合物或气体混合物组分的目的。一般为圆形的板,开有许多孔,并常设置促使两种流体密切接触的零件。现有技术中的塔板一般是一整块板,每种规格的塔板只能应用于设定规格的精馏塔,适用性较差,成本较高。

实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种用于精馏塔的塔板,结构简单,可适应性调节塔板的周长以便适用于几种不同规格的精馏板,适用性较强,节约成本。

[0005] 本实用新型解决上述技术问题的技术方案如下:

[0006] 一种用于精馏塔的塔板,包括固定环和塔板主体,所述固定环套设在所述塔板主体外,所述塔板与所述固定环的内侧通过固定件可拆卸连接,所述固定环由两个形状相同的半环体组成,其中一所述半环体的两端分别设有第一滑动件,另一所述半环体的两端分别设有与第一滑动件分别对应的第二滑动件,所述第一滑动件与对应的所述第二滑动件滑动连接,以使两个所述半环体的两端相互靠近或远离,从而调节所述固定环的周长,并通过第一定位件连接固定所述塔板主体由两块半圆形的板体拼接而成的圆形板,所述板体上均间隔开设有若干第一通孔,其中一所述板体的直边侧设有第三滑动件,另一所述板体的直边侧设有第四滑动件,所述第三滑动件与所述第四滑动件滑动连接,以使两块所述板体的直边侧相互靠近或远离,从而调节两块所述板体的直边侧之间的距离,并通过第二定位件进行定位。

[0007] 本实用新型的有益效果是:两个半环体通过第一滑动件和第二滑动件滑动连接,以使两个半环体相互远离或靠近,以调节固定环的周长,并通过第一定位件进行定位,以便应用于不同规格的精馏塔;两块板体通过第三滑动件和第四滑动件滑动连接,以使两块板体相互靠近或远离,以根据固定环的调节作适应性的调节两块板体的直边侧之间的距离,使得调节后的塔板主体的圆周与固定环的内侧接触。本实用新型结构简单,固定环以及塔板主体能够根据应用的精馏板的内径不同进行适应性调节,以便使固定环的外侧精馏塔的内壁接触,确保精馏塔传质的效果,适用性较强,成本低。

[0008] 在上述技术方案的基础上,本实用新型还可以做如下改进。

[0009] 进一步,所述第一滑动件包括两个弧状的第一凸起,所述第一凸起的一端与对应

的所述半环体的一端固定连接,所述第一凸起上沿其滑动方向均开设有多个第二通孔,所述第二滑动件包括设置在另一所述半环体两端的端面上且与所述第一凸起一一对应的第一凹槽,所述第一凹槽的侧壁上均开设有一与所述第二通孔配合且的定位通孔,所述定位通孔与所述第一凹槽连通;所述第一定位件为插销,所述第一凸起在所述第一凹槽内滑动,所述插销插入所述定位通孔及对应的所述第二通孔进行定位。

[0010] 采用上述进一步方案的有益效果是根据所应用的精馏塔的内径大小,通过人工移动其中一个半环体,使其相对于另一半环体滑动,当第一凸起上对应的第二通孔移动至定位通孔正下方时,人工将插销插入定位通孔和对应的第二通孔进行定位,从而调节固定环直径的大小。

[0011] 进一步,所述第三滑动件包括设置在其中一所述板体直边侧的第二凸起,所述第二凸起上沿对应所述板体的径向均匀间隔设有多组螺孔,每组所述螺孔包括沿滑动方向间隔设置的多个所述螺孔,所述第四滑动件包括设置在另一所述板体直边侧上且与所述第二凸起配合的第二凹槽,对应所述板体的上端面沿其径向间隔开设有一个与所述螺孔配合的定位螺孔,所述定位螺孔与所述第二凹槽连通;所述第二定位件为螺钉,所述第二凸起在所述第二凹槽内滑动,所述螺钉穿过所述定位螺孔及对应所述螺孔进行定位。

[0012] 采用上述进一步方案的有益效果是根据固定环内径的大小,通过人工移动其中一板体使其相对于另一板体滑动,当第二凸起上的对应螺孔移动至定位螺孔正下方时,人工将螺钉旋进定位螺孔以及对应的螺孔进行定位,以适应性调节塔板的直径。

[0013] 进一步,所述第二凸起两端的边缘呈弧状。

[0014] 采用上述进一步方案的有益效果是减小第二凸起两端与固定环内侧的缝隙,避免大量液体从上述缝隙内流通,影响液体的分离效果。

[0015] 进一步,所述第二凸起上开设有多组第三通孔。

[0016] 采用上述进一步方案的有益效果是确保液体及气体能够从第二凸起穿过。

[0017] 进一步,所述固定件为螺栓,所述螺栓穿过所述固定环的螺纹通孔以及所述精馏塔内壁上对应的螺纹凹槽进行固定。

[0018] 采用上述进一步方案的有益效果是结构简单,拆装方便。

附图说明

[0019] 图1为本实用新型的结构示意图之一;

[0020] 图2为本实用新型的结构示意图之二;

[0021] 图3为本实用新型中其中一个半环体的结构示意图;

[0022] 图4为本实用新型中另一个半环体的结构示意图;

[0023] 图5为本实用新型中固定环的结构示意图之一;

[0024] 图6为本实用新型中固定环的结构示意图之二;

[0025] 图7为本实用新型中其中一个板体的结构示意图;

[0026] 图8为本实用新型中另一个板体的结构示意图;

[0027] 图9为本实用新型中塔板的结构示意图之一;

[0028] 图10为本实用新型中塔板的结构示意图之二。

[0029] 附图中,各标号所代表的部件列表如下:

[0030] 1、半环体,2、板体,3、第一通孔,4、第一凸起,5、第二通孔,6、第一凹槽,7、定位通孔,8、第二凸起,9、螺孔,10、定位螺孔,11、第三通孔。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图对本实用新型的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本实用新型,并非用于限定本实用新型的范围。

[0032] 如图1和图2所示,本实用新型提供一种用于精馏塔的塔板,包括固定环和塔板主体,固定环套设在塔板主体外,塔板主体与固定环的内侧通过固定件可拆卸连接,此处固定件优先采用螺栓,固定环沿圆周均匀间隔设置有多组螺纹通孔,精馏塔内壁对应部位处设置有多组与螺纹通孔一一对应的螺纹凹槽;安装时,固定环水平设置在精馏塔内,将螺栓旋进固定环的螺纹通孔以及精馏塔内壁上对应的螺纹凹槽进行固定,拆装方便。除上述安装方式外,固定环与精馏塔内壁之间也可采用焊接的方式固定连接。固定环由两个形状相同的半环体1组成,其中一半环体1的两端分别设有第一滑动件,另一半环体1的两端分别设有与第一滑动件分别对应的第二滑动件,第一滑动件与第二滑动件滑动连接,以使两个半环体的两端相互靠近或远离,从而调节固定环的周长,并通过第一定位件连接固定,以便应用于不同规格的精馏塔,使得固定环的外侧精馏塔的内壁接触;塔板主体由两块半圆形的板体2拼接而成的圆形板,板体2上均间隔开设有若干第一通孔3,其中一板体2的直边侧设有第三滑动件,另一板体2的直边侧设有第四滑动件,第三滑动件与第四滑动件滑动连接,以使两块板体2的直边侧相互靠近或远离,从而调节两块板体的直边侧之间的距离,并通过第二定位件进行定位,以根据固定环的调节作适应性调节,使得塔板主体的圆周与固定环的内侧接触。本实用新型结构简单,塔板的整体周长可调以便应用于不同规格的精馏塔,适用性强,无需专板专用,节约成本。

[0033] 实施例1

[0034] 如图3、图4、图5和图6所示,本实施例中,第一滑动件包括两个弧状的第一凸起4,第一凸起4的一端与对应的半环体1的一端固定连接,通常采用焊接或螺栓连接;第一凸起4上沿其滑动方向均开设有多组第二通孔5,第二滑动件包括设置在另一半环体1两端的端面内上且与第一凸起4一一对应的第一凹槽6,第一凹槽6的侧壁呈与第一凸起4匹配的弧形,第一凹槽6的侧壁上均开设有一与第二通孔5配合且的定位通孔7,定位通孔7与第一凹槽6连通;第一定位件为插销,第一凸起4在第一凹槽6内滑动,插销插入定位通孔7及对应的第二通孔5进行定位。安装时,插销紧紧固定在定位通孔7及对应的第二通孔5内,以调节固定环的直径,从而应用于不同规格的精馏塔。

[0035] 实施例2

[0036] 本实施例与实施例一的区别在于固定环直径调节的方式不同,具体为:两个半环体1两端接触的部位各自设有一个弧状的滑轨,滑轨的内侧与两个半环体1外壁的对应该接触,每个半环体1的两端分别在两个滑轨内滑动并进行定位从而调节固定环的直径,以便应用于不同规格的精馏塔。两个半环体1在滑轨内定位的具体结构为:滑轨的顶部间隔设置有多组通孔,每个半环体1的两端各自设有一个与上述通孔匹配的定位孔,插销穿过定位孔以及对应通孔后进行定位,以调节固定环的直径。其他结构与原理与实施例一完全相同。

[0037] 如图7、图8、图9和图10所示,本实用新型中,第三滑动件包括设置在其中一板体2

直边侧的第二凸起8,第二凸起8呈板状且其长边与板体2的直边平行,此处第二凸起8图对应的板体2一体成型;第二凸起8上沿对应板体2的径向均匀间隔设有多组螺孔9,每组螺孔9包括沿滑动方向间隔设置的多个螺孔9,第四滑动件包括设置在另一板体2直边侧上且与第二凸起8配合的第二凹槽,对应板体2的上端面沿其径向间隔开设有一个与螺孔9配合的定位螺孔10,定位螺孔10与第二凹槽连通;第二定位件为螺钉,第二凸起8在第二凹槽内滑动,螺钉穿过定位螺孔10及对应螺孔9进行定位。安装时,人工移动其中一个板体2,使得第二凸起8在第二凹槽内滑动,螺钉穿过定位螺孔10及对应螺孔9进行定位,以便根据固定环的直径适应性的调节塔板的直径,使得板体2的圆周与固定环的内壁接触。

[0038] 优选的,本实用新型中,第二凸起8两端的边缘呈弧状,可缩小第二凸起8两端的边缘与固定环内壁之间的缝隙,避免大量液体从上述缝隙内流通,从而影响分离效果。

[0039] 优选的,本实用新型中,第二凸起8上开设有多组第三通孔11,确保分离时液体和气体可从第二凸起8上顺利流过。

[0040] 本实用新型的工作原理如下:

[0041] 根据所应用的精馏塔的内径,人工手动移动其中一半环体1至第一凸起4上对应的第二通孔5位于定位通孔7处,插销插入定位通孔7及对应的第二通孔5进行定位;人工手动移动其中一板体2至第二凸起8上对应的螺孔9以及定位螺孔10进行定位;通过螺栓将塔板与固定环固定在一起,使其形成一个整体的塔板;采用螺栓连接或焊接的方式将整个塔板与精馏塔内壁固定在一起。

[0042] 需要说明的是:本实用新型中塔板为圆形塔板,固定环以及其内部的塔板调节程度有限,因此只能在一定程度上调节整个塔板的周长,从而应用于几种设定规格的精馏塔,在一定程度上节约成本,并不是可应用于所有规格的精馏塔。

[0043] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

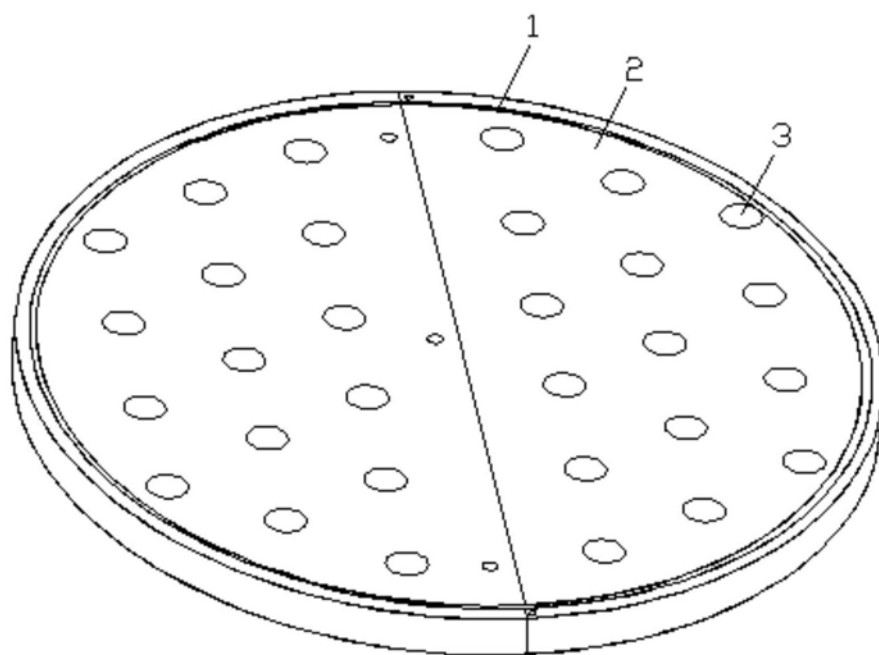


图1

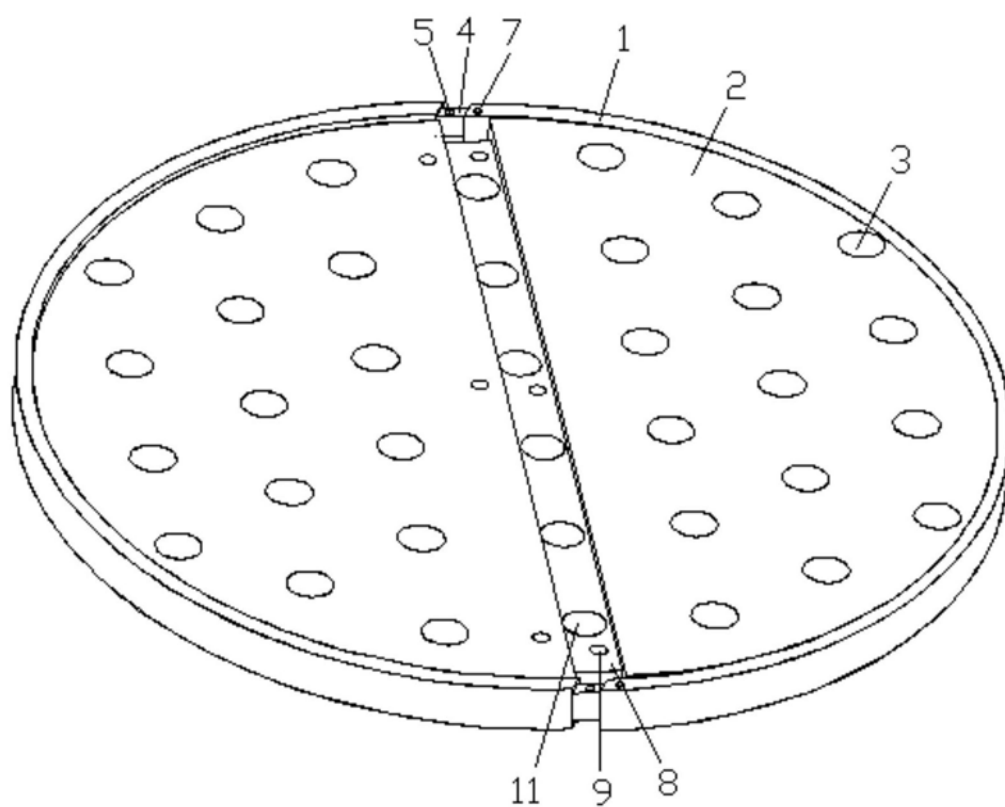


图2

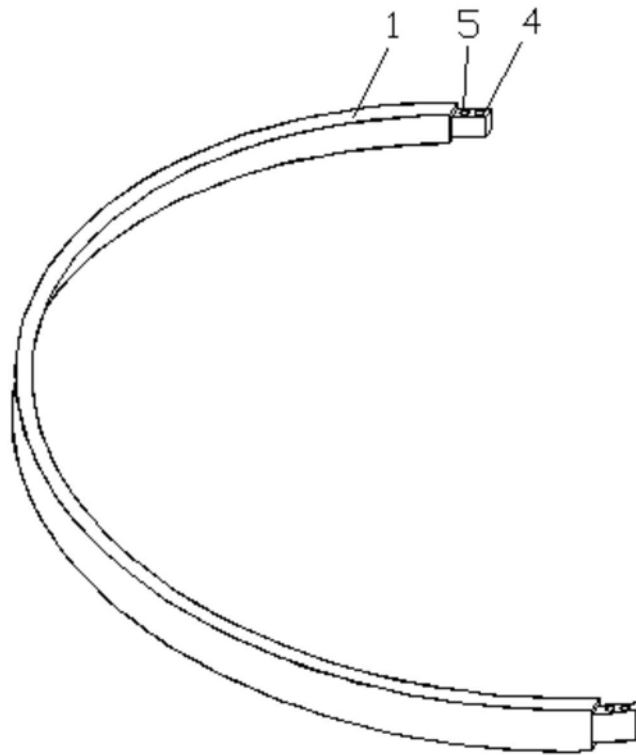


图3

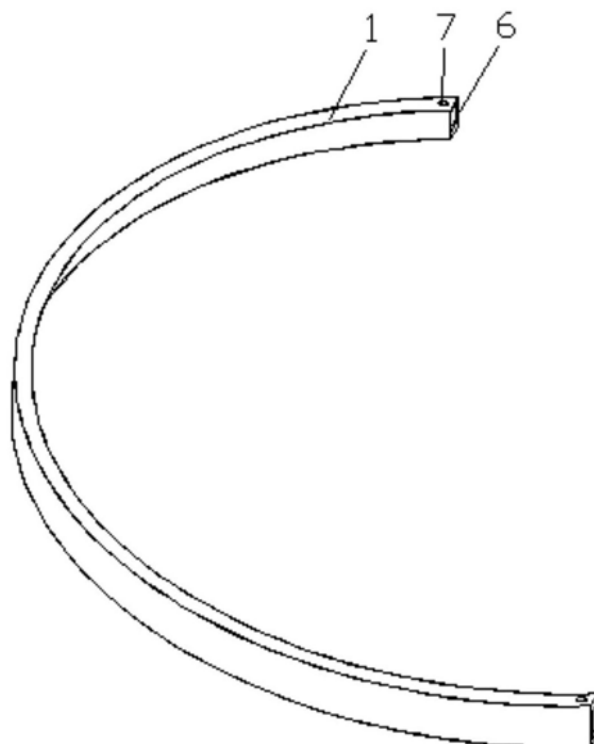


图4

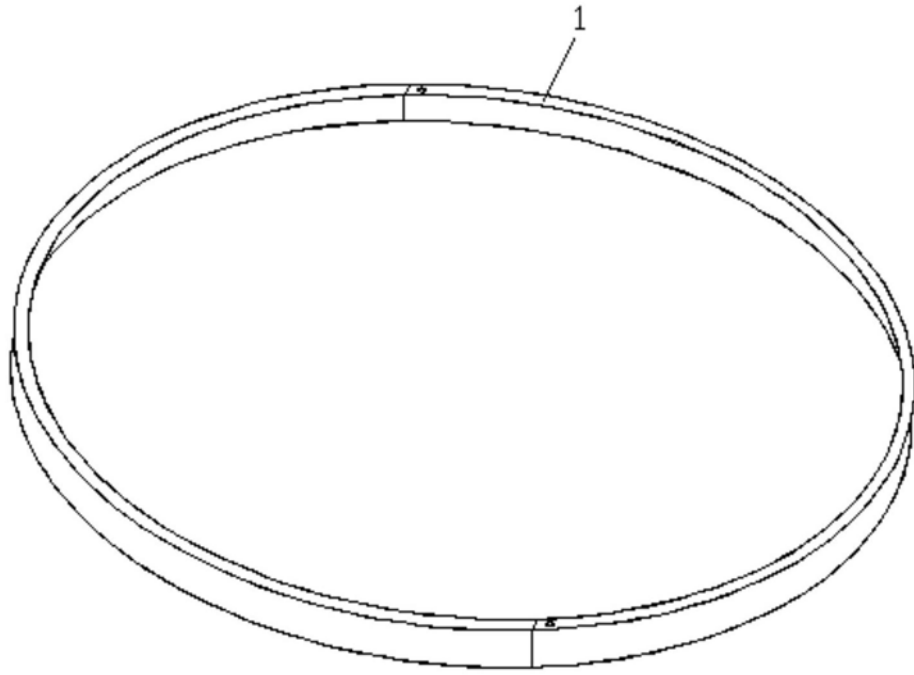


图5

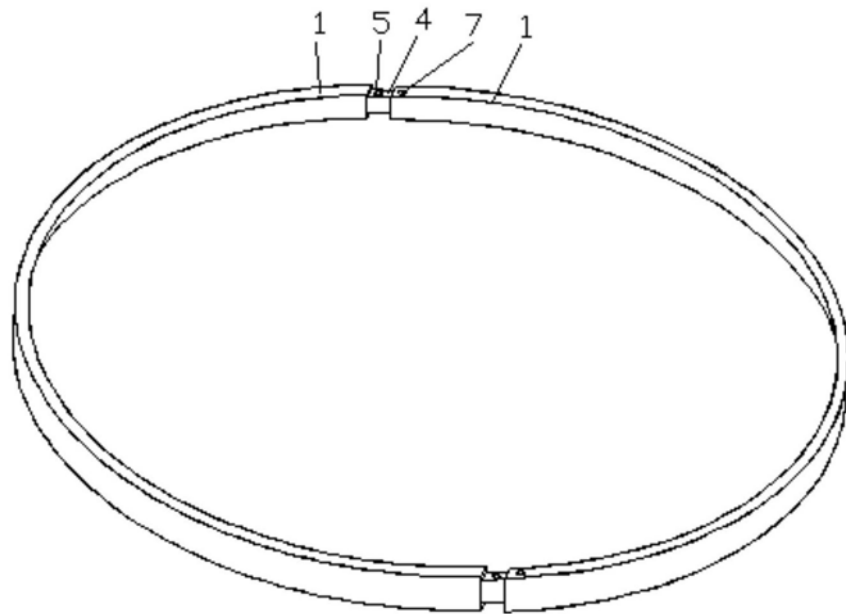


图6

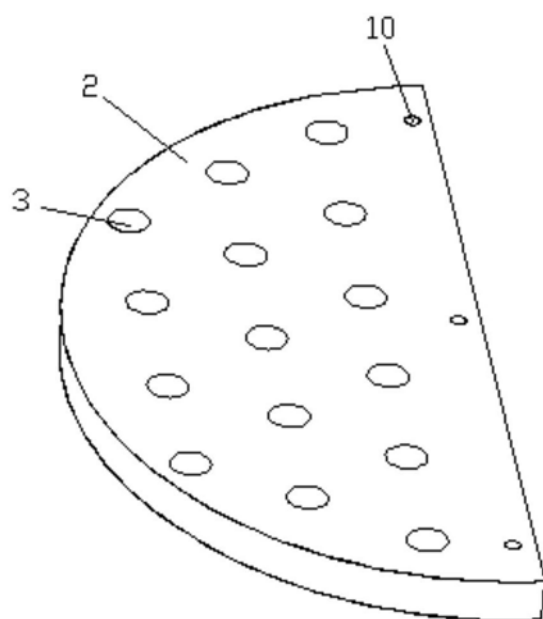


图7

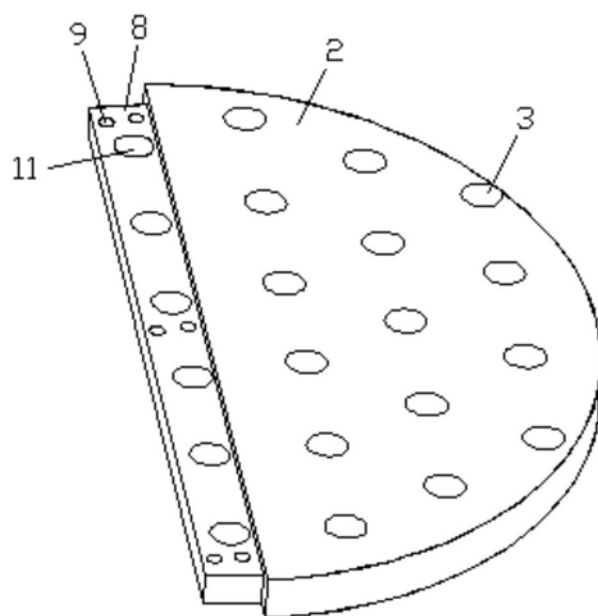


图8

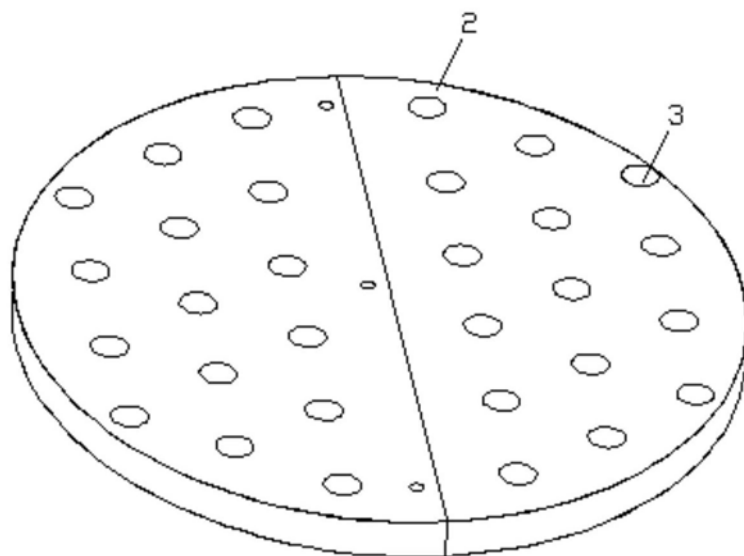


图9

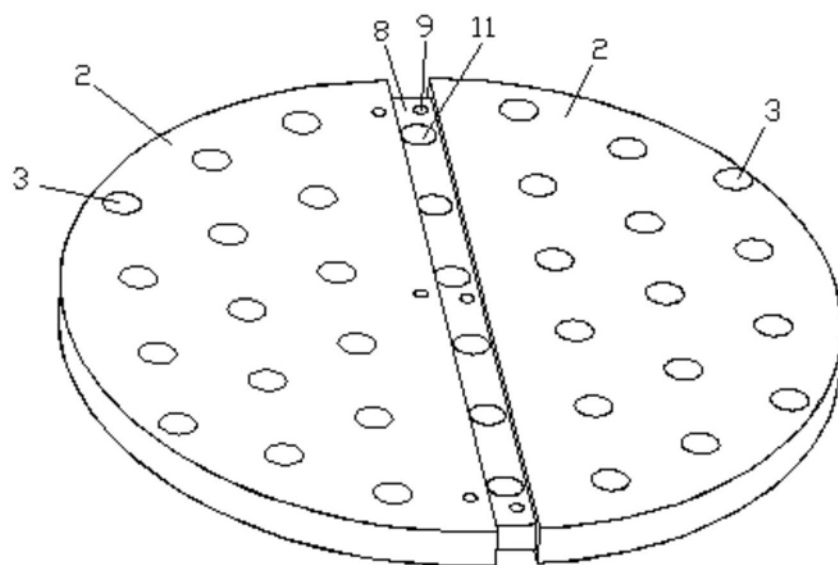


图10



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 3/20 (2018.05); B01D 3/324 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2018113835, 16.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.04.2018

Дата регистрации:
01.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.04.2018

(45) Опубликовано: 01.08.2018 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, отдел
интеллектуальной собственности ВолгГТУ

(72) Автор(ы):

Голованчиков Александр Борисович (RU),
Чёрикова Ксения Васильевна (RU),
Прохоренко Наталья Андреевна (RU),
Корнилов Андрей Сергеевич (RU),
Икрянников Егор Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Волгоградский
государственный технический университет"
(ВолгГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2602113 C1, 10.11.2016. RU
2500452 C2, 10.12.2013. SU 199829 A2,
13.07.1967. SU 850101 A1, 30.07.1981. SU
278628 A1, 21.08.1970.

(54) КОЛПАЧКОВАЯ ТАРЕЛКА

(57) Реферат:

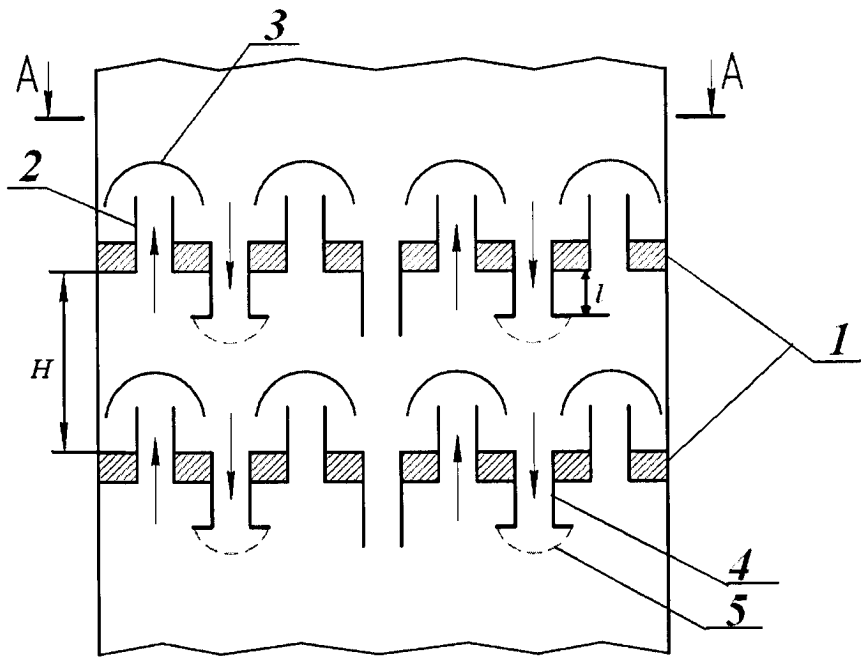
Предлагаемое техническое решение относится к конструкциям колпачковых тарелок массообменных аппаратов и может найти применение в химической, нефтехимической, газовой, пищевой, фармацевтической, энергетической и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах разделения растворов и газов в процессах ректификации, абсорбции, экстракции и промывки газов.

Технический результат достигается тем, что на колпачковой тарелке, образованной плитой с расположенными на ней паровыми патрубками,

и колпачками, и переливными трубами, переливные трубы равномерно распределены на плите тарелки между паровыми патрубками и снабжены в нижней части распылителями жидкости, при этом длина переливных патрубков связана с расстоянием между тарелками выражением:

$$\frac{l}{H} = 0,4 \div 0,6,$$

где l - длина переливного патрубка, м;
H - расстояние между тарелками, м.



Фиг. 1

Предлагаемое техническое решение относится к конструкциям колпачковых тарелок массообменных аппаратов и может найти применение в химической, нефтехимической, газовой, пищевой, фармацевтической, энергетической и других отраслях промышленности, а также в экологических процессах разделения растворов и газов в процессах ректификации, абсорбции, экстракции и промывки газов.

Известна колпачковая тарелка, состоящая из основания в форме диска, барботажных колпачков, выполненных в виде цилиндрических или конических стаканов с прорезями в их нижней части, переливных труб и гидрозатвора, на колпачках выполнены расположенные в горизонтальной плоскости пластинчатые ребра, причем ребра соседних колпачков перекрывают друг друга и расположены в различных плоскостях, образуя, при взаимном перекрытии лабиринтные ходы для обрабатываемого в аппарате продукта, а ребра соседних колпачков на касаются поверхностей других колпачков (Патент РФ №2602113, В01D 3/00, 2015 г.).

К причинам, препятствующим достижению заданного технического результата, относится незначительная поверхность контакта фаз из-за отсутствия дисперсной фазы между тарелками, что ухудшает протекание тепло- и массообменных процессов, увеличивает необходимое время этих процессов и снижает производительность.

Известна ректификационная колонная с колпачковыми тарелками, включающая корпус с технологическими штуцерами, тарелки с паровыми патрубками и переливными устройствами, а также колпачки с вертикальными прорезями, а горизонтальные кромки прорезей колпачков снабжены лопатками, расположенными с наружной стороны колпачков радиально и в горизонтальной плоскости. (Патент РФ №2500452, В01D 3/16; 2009 г.).

К причинам, препятствующим достижению заданного технического результата, относится отсутствие капель жидкости между тарелками, что снижает интенсивность тепло- массообменных процессов и уменьшает производительность колонны.

Известен полый распылительный абсорбер, представляет собой колонну, в верхней части, корпуса которой имеются форсунки для распыливания жидкости (главным образом механические) (Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс в 2 кн. / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; Под ред. В.Г. Айнштейна. - 5-е изд. - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 920-921 с.)

К причинам, препятствующим достижению заданного технического результата, относится интенсивное продольное перемешивание в обеих фазах вследствие чего приводит к уменьшению движущей силы процесса, а также способствует увеличению уноса газом капель жидкости, кроме того отсутствие дисперсной паровой или газовой фазы, что снижает производительность.

Наиболее близким техническим решением по совокупности признаков к заявляемому объекту и принятому за прототип является тарелка с диаметрально расположенными приемными и переливными карманами, снабженными сливными и переливными трубами, паровыми патрубками и колпачками, расположенными на плите тарелки (Касаткин А.Г., Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971. - 477 с.).

К причинам, препятствующим достижению заданного технического результата, относится создание дисперсной фазы только по пузырькам газа и отсутствие дисперсной фазы по каплям жидкости между тарелками, что приводит к снижению поверхности контакта фаз и производительности.

Техническим результатом предлагаемой конструкции тарелки является увеличение производительности.

Поставленный технический результат достигается тем, что на колпачковой тарелке, образованной плитой с расположенными на ней паровыми патрубками, и колпачками, и переливными трубами, переливные трубы равномерно распределены на плите тарелки между паровыми патрубками и снабжены в нижней части распылителями жидкости, при этом длина переливных патрубков связана с расстоянием между тарелками выражением:

$$\frac{l}{H} = 0,4 \div 0,6, \quad (1)$$

где l - длина переливного патрубка, м;

H - расстояние между тарелками, м.

Равномерное распределение переливных патрубков на плите тарелки между паровыми патрубками позволяет сохранять одинаковый по толщине слой жидкости на плите тарелки, что приводит к стабильной работе колпачков на паровых патрубках с образованием одинакового числа и размеров пузырьков газа без струйного течения газа на одних колпачках, где уровень жидкости низкий и прекращения образования пузырьков газа на колпачках, где уровень жидкости высокий. Это увеличивает поверхность пузырьков пара, интенсифицирует тепло- массообменные процессы между фазами и как следствие приводит к увеличению производительности. Кроме того, при предлагаемом расположении переливных патрубков на плите тарелки равномерно между паровыми патрубками нет необходимости в отдельном расположении на периферии плиты тарелки приемных и переливных карманов, что увеличивает рабочую поверхность плиты тарелки, на которой можно расположить патрубки с колпачками и переливные трубы, и также способствует росту производительности.

Снабжение переливных труб в нижней части распылителями жидкости позволяет создавать капли жидкости между тарелками, которые падают вниз навстречу сплошной паровой фазе, что приводит к дополнительной тепло- и массопередаче между фазами и способствует росту производительности.

Уменьшение длины переливного патрубка по сравнению с заявляемой относительной величиной $l/H=0,4$ в выражении (1) приводит к уносу образующихся капель в паровые трубы вместе с паром, что может привести к снижению тепло- и массопереноса между сплошной паровой и дисперсной жидкой фазами и снизить производительность.

Увеличение длины переливного патрубка по сравнению с заявленной относительной величиной $l/H=0,6$ в выражении (1) приводит к малому времени осаждения капель между тарелками, что снижает время контакта этих капель с паровой сплошной фазой, уменьшает тепло- и массообмен между ними и снижает производительность.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемой конструкции тарелки в разрезе, на фиг. 2 - вид сверху.

Тарелка состоит из плиты 1 с расположенными на ней паровыми патрубками 2 и колпачками 3 над этими патрубками, переливными трубами 4, равномерно распределенными между паровыми патрубками 2 на плите 1 тарелки, причем длина l каждой переливной трубы 4 выбирается в соответствии с выражением (1). Каждая переливная труба 4 снабжена в нижней части распылителем жидкости 5.

Колпачковая тарелка работает следующим образом. С выпележащей тарелки по переливным трубам 4 стекает жидкость и в виде капель, образующихся на выходе из распылителя жидкости 5, попадает на нижележащую плиту 1 тарелки, образуя на ней слой жидкости.

Пар, поднимаясь снизу вверх проходит по паровым патрубкам 2 с образованием в колпачках 3 пузырьки пара, которые, барботируя через слой жидкости на плите 1, поднимаются вверх к вышележащей тарелке.

Капли жидкости, образующиеся на выходе из распределителя 5 падаются сверху вниз навстречу сплошной паровой фазе, при этом идет интенсивный тепло- и массообмен между тарелками.

Таким образом, равномерное распределение переливных труб 4 на плите 1 каждой тарелки длиной l , связанной с расстоянием между тарелками H выражением (1), и снабжение каждой переливной трубы 4 в нижней части распылителем жидкости 5 позволяет проводить процессы тепло- массообмена не только между паровыми пузырьками и сплошной фазой жидкости, находящейся на плите 1 тарелки, но дополнительно проводить эти процессы между каплями жидкости, образующимися на выходе из распылителей жидкости 5 и сплошной паровой фазой между тарелками, что интенсифицирует массообменные процессы между фазами и повышает производительность.

(57) Формула полезной модели

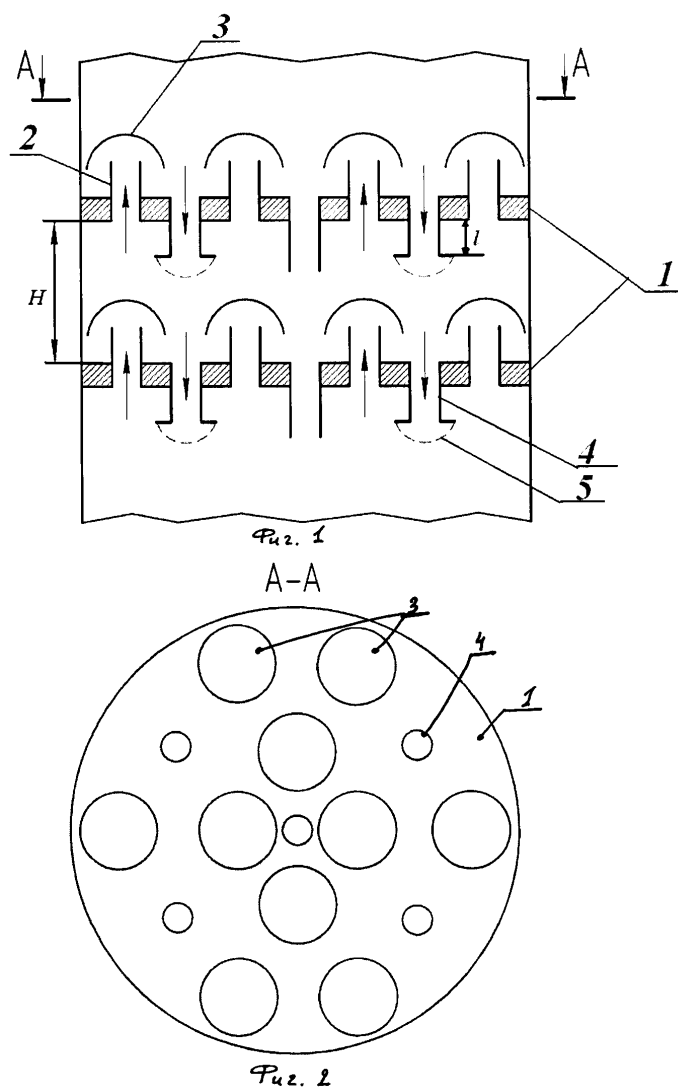
Колпачковая тарелка, состоящая из плиты с расположенными на ней паровыми патрубками, и колпачками, и переливными трубами, отличающаяся тем, что переливные трубы равномерно распределены на плите тарелки между паровыми патрубками и снабжены в нижней части распылителями жидкости, при этом длина переливных труб связана с расстоянием между тарелками соотношением

$$\frac{l}{H} = 0,4 \div 0,6,$$

где l - длина переливной трубы, м;

H - расстояние между тарелками, м.

КОЛПАЧКОВАЯ ТАРЕЛКА



Авторы: А. Б. Голованчиков
 К. В. Чёрикова
 Н. А. Прохоренко
 А. С. Корнилов
 Е. А. Икрянников



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 129958

(13) U

(51) МПК

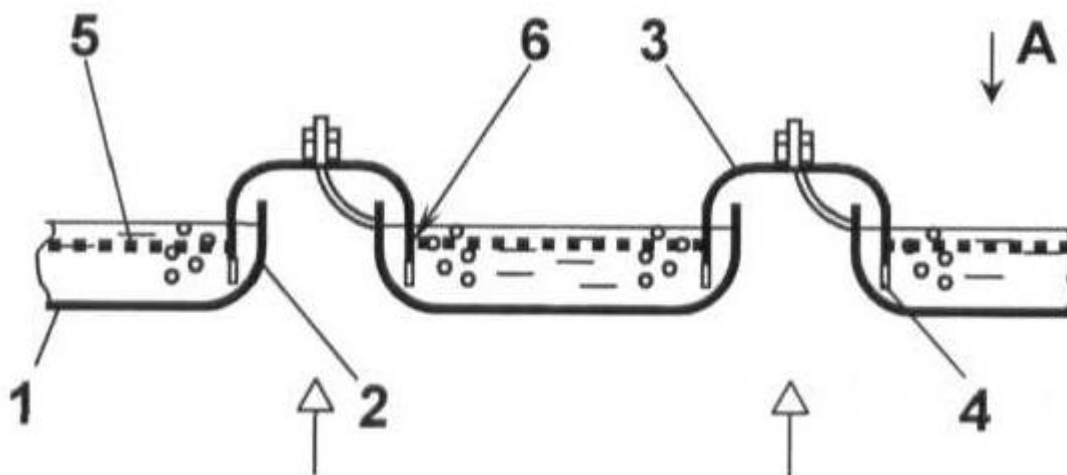
B01D 3/18 (2006.01)

B01D 3/20 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2018 04231****(22)** Дата подання заявки: **17.04.2018****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.11.2018****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.11.2018, Бюл.№ 22****(72)** Винахідник(и):**Андрєєв Ігор Анатолійович (UA),
Мікульонок Ігор Олегович (UA),
Стеблецький Ілля Миколайович (UA)****(73)** Власник(и):**Андрєєв Ігор Анатолійович,
пр-кт Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ,
03162 (UA),
Мікульонок Ігор Олегович,
вул. Райдужна, 10, кв. 137, м. Київ, 02218
(UA),
Стеблецький Ілля Миколайович,
вул. Вадима Гетьмана, 46-а, кв. 335,
м. Київ, 03058 (UA)****(54) ТАРІЛКА МАСООБМІННОЇ КОЛОНИ****(57)** Реферат:

Тарілка масообмінної колони містить основне горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині, а також розташоване паралельно основному горизонтальному полотну додаткове перфороване горизонтальне полотно. При цьому, ковпачки розташовані в отворах додаткового перфорованого горизонтального полотна, встановленого над прорізами та/або щілинами ковпачків.



Фіг. 1

UA 129958 U

Корисна модель належить до масообмінного обладнання, а саме до контактних тарілок ректифікаційних, абсорбційних та екстракційних колон, і може бути використана в хімічній, харчовій та споріднених з ними галузях промисловості.

Відома тарілка масообмінної колони, що містить горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині [Мікульонюк І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підруч. Київ: НТУУ "КПІ", 2014, С. 233, рис. 3.36]. Основним недоліком цієї тарілки є невисока ефективність масообміну через відносно низьку диспергувальну здатність прорізів та/або щілин ковпачків.

Найбільш близькою за технічною суттю до пропонованого технічного рішення є тарілка масообмінної колони, що містить основне горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині, а також розташоване паралельно основному горизонтальному полотну додаткове перфороване горизонтальне полотно, при цьому ковпачки утворено витягуванням відповідних ділянок додаткового перфорованого горизонтального полотна [патент України № 62066 U, МПК B01D 3/00, опубл. 10.08.2011].

Зазначена тарілка трохи простіша за аналог, що розглянуто, проте вона більш ефективна, оскільки завдяки наявності додаткового перфорованого горизонтального полотна підвищується ступінь диспергування легкої фази під час проходження нею шару важкої фази, що збільшує питому поверхню фаз на тарілці. Проте зазначена тарілка складна у виготовленні, а ефективність диспергування легкої фази за допомогою додаткового перфорованого горизонтального полотна невисока, оскільки зазначене полотно розташовано під прорізами та/або щілинами ковпачків.

В основу пропонованої корисної моделі поставлено задачу вдосконалення тарілки масообмінної колони, у якій її нове виконання забезпечує спрощення конструкції та підвищення ступеня диспергування легкої фази під час проходження нею шару важкої фази, що збільшує питому поверхню фаз на тарілці, а отже і ефективність тарілки та колони в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що в тарілці масообмінної колони, що містить основне горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині, а також розташоване паралельно основному горизонтальному полотну додаткове перфороване горизонтальне полотно, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що ковпачки розташовані в отворах додаткового перфорованого горизонтального полотна, встановленого над прорізами та/або щілинами ковпачків.

Виконання пропонованої тарілки із зазначеними відмітними ознаками спрощує виготовлення додаткового перфорованого горизонтального полотна (оскільки зазначена тарілка замість тривимірної стає двовимірною), а отже й конструкцію тарілки в цілому.

Крім того, істотно підвищується ступінь диспергування легкої фази під час проходження нею шару важкої фази, оскільки всі бульбашки легкої фази, що пройшла крізь прорізи та/або щілини ковпачків, додатково проходить перфорацію додаткового перфорованого горизонтального полотна. Це збільшує питому поверхню фаз на тарілці, а отже й ефективність тарілки та масообмінної колони в цілому.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено: на Фіг. 1 - поздовжній переріз тарілки; на Фіг. 2 - вигляд А на Фіг. 1.

Тарілка масообмінної колони містить основне горизонтальне полотно 1 з патрубками 2 для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки 3 з прорізами та/або щілинами 4 в їхній нижній частині, а також розташоване паралельно основному горизонтальному полотну 1 додаткове перфороване горизонтальне полотно 5, при цьому ковпачки розташовані в отворах 6 додаткового перфорованого горизонтального полотна 5, встановленого над прорізами та/або щілинами 4 ковпачків 3 (Фіг. 1, 2).

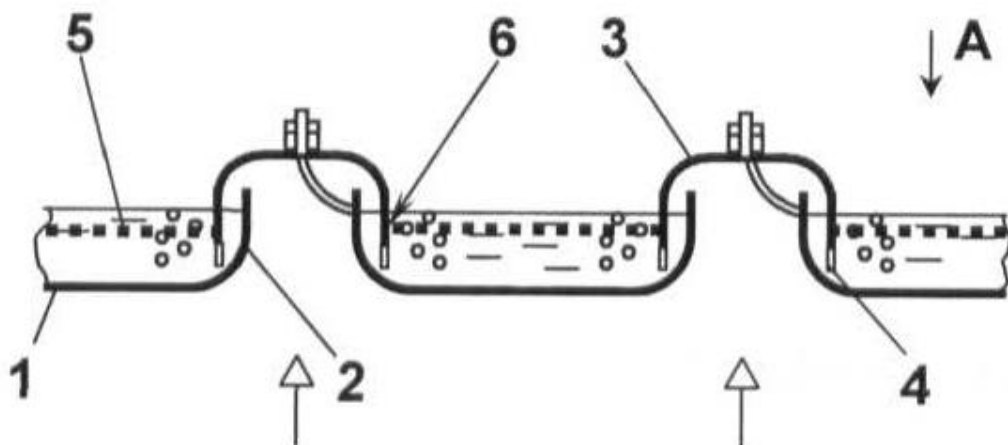
Тарілка працює в такий спосіб.

Під час роботи апарата важка фаза рухається по основному горизонтальному полотну 1 і додатковому перфорованому горизонтальному полотну 5, а легка - з підтарілкового простору крізь патрубки 2 проходить під ковпачки 3 і далі крізь їхні прорізи та/або щілини 4 диспергується в об'ємі важкої фази, що рухається під додатковим перфорованим горизонтальним полотном 5. Після цього легка фаза додатково диспергується в об'ємі важкої фази, що рухається над додатковим перфорованим горизонтальним полотном 5.

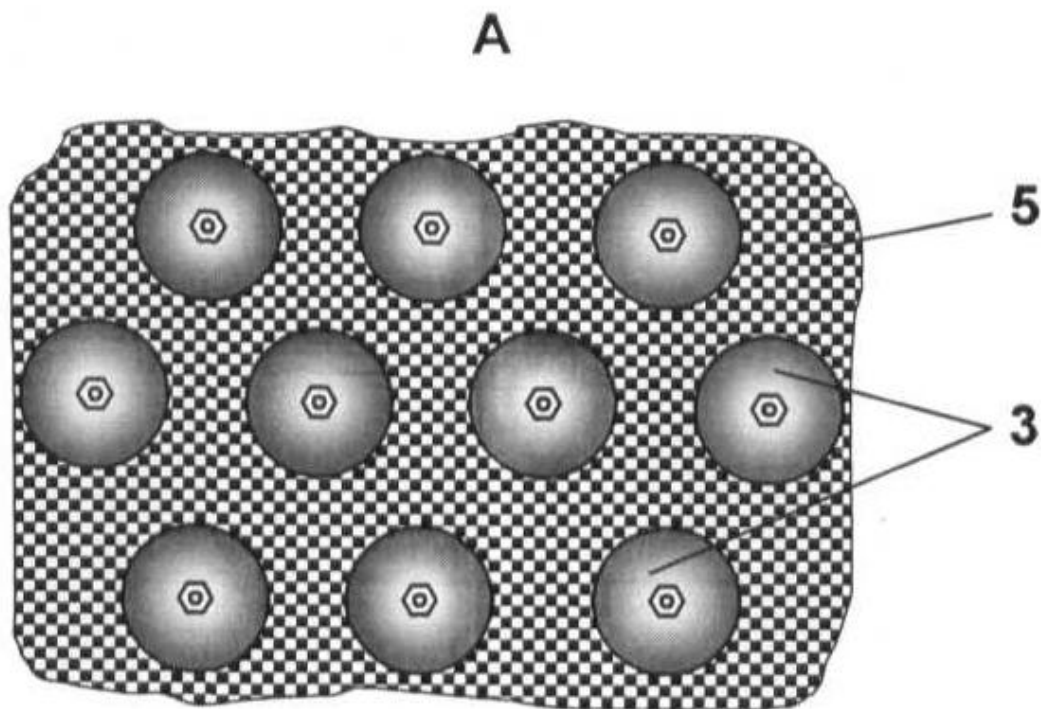
Пропонована тарілка істотно підвищує ефективність процесу масообміну на ній, а отже й процес масопередачі в цілому.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Тарілка масообмінної колони, що містить основне горизонтальне полотно з патрубками для проходу легкої фази, розміщені над ними ковпачки з прорізами та/або щілинами в їхній нижній частині, а також розташоване паралельно основному горизонтальному полотну додаткове перфороване горизонтальне полотно, яка **відрізняється** тим, що ковпачки розташовані в отворах додаткового перфорованого горизонтального полотна, встановленого над прорізами та/або щілинами ковпачків.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 130245

(13) U

(51) МПК

B01D 3/20 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 06989**

(22) Дата подання заявки: **21.06.2018**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.11.2018**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.11.2018, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):

**Андрєєв Ігор Анатолійович (UA),
Мікульонок Ігор Олегович (UA),
Стеблецький Ілля Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

**Андрєєв Ігор Анатолійович,
пр-кт Леся Курбаса, 18, кв. 136, м. Київ,
03162 (UA),
Мікульонок Ігор Олегович,
вул. Райдужна, 10, кв. 137, м. Київ, 02218
(UA),
Стеблецький Ілля Миколайович,
вул. Вадима Гетьмана, 46-а, кв. 335, м.
Київ, 03058 (UA)**

(54) ТАРІЛКА МАСООБМІННОГО АПАРАТА

(57) Реферат:

Тарілка масообмінного апарата містить горизонтальне полотно з розбортованими вгору отворами з утворенням газових патрубків та спрямованих вгору співвісними з ними кільцевими виступами, на яких своїми основами з прорізами та/або щілинами зафіксовані ковпачки. Над ковпачками з можливістю взаємодії з ними встановлено перфороване горизонтальне полотно.

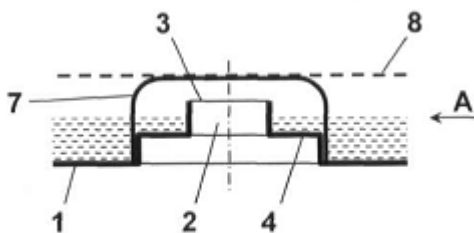


Fig. 1

UA 130245 U

Корисна модель належить до масообмінного обладнання, а саме до ковпачкових тарілок ректифікаційних, абсорбційних та екстракційних колон, і може бути використана в хімічній, харчовій і споріднених з ними галузях промисловості.

Одним з найбільш ефективних робочих елементів масообмінних апаратів є ковпачкові тарілки. Так, відома тарілка масообмінного апарата, що містить горизонтальне полотно з патрубками та з'єднаними з ними за допомогою криволінійних нарізних стрижнів і гайок ковпачками з вертикальними прорізами на їхніх основах [Мікульонюк І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підруч. Київ: ІВЦ "Політехніка", 2014. - С. 233, рис. 3.36, в]. Недоліком зазначеної тарілки є його складна конструкція. Крім того, монтаж і демонтаж ковпачків на пристрої пов'язаний зі значними труднощами, передусім через можливе пошкодження під час експлуатації пристрою нарізок стрижня і гайок. Також ця тарілка не усуває бризкоуловлювання, що погіршує умови масопередачі в апараті.

Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого технічного рішення є тарілка масообмінного апарата, що містить горизонтальне полотно з розбортованими вгору отворами з утворенням газових патрубків та спрямованих вгору співвісними з ними кільцевими виступами, на яких своїми основами з прорізами та/або щілинами зафіксовані ковпачки [пат. України № 123835 U, МПК В01D 3/00, опубл. 12.03.2018].

Зазначена тарілка має простішу конструкцію, ніж аналог, що розглянуто, проте вона також не усуває бризкоуловлювання, що погіршує умови масопередачі в апараті. Крім того, внаслідок фіксації ковпачків на горизонтальному полотні лише за рахунок сил тертя, ця тарілка має невисоку надійність.

В основу пропонованої корисної моделі поставлена задача вдосконалення тарілки масообмінного апарата, у якій її нове конструктивне виконання забезпечує бризкоуловлювання, а отже унеможливорює небажаний частковий перехід важкої фази на верхню тарілку, що поліпшує умови масопередачі в апараті, а також підвищує надійність фіксації ковпачків на горизонтальному полотні тарілки.

Поставлена задача вирішується тим, що в тарілці масообмінного апарата, що містить горизонтальне полотно з розбортованими вгору отворами з утворенням газових патрубків та спрямованих вгору співвісними з ними кільцевими виступами, на яких своїми основами з прорізами та/або щілинами зафіксовані ковпачки, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що над ковпачками з можливістю взаємодії з ними встановлено перфороване горизонтальне полотно.

Під час роботи апарата встановлене над ковпачками з можливістю взаємодії з ними перфороване горизонтальне полотно затримує краплі важкої фази, що уносяться потоком легкої фази в напрямку верхньої тарілки, після чого затримані краплі поступово укрупнюються й повертаються в потік важкої фази, що рухається по горизонтальному полотну тарілки. Це істотно поліпшує умови масопередачі в апараті. Також перфороване горизонтальне полотно під час роботи апарата унеможливорює вертикальне переміщення ковпачків відносно горизонтального полотна, що підвищує надійність тарілки та апарата в цілому.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено:

на Фіг. 1 - поздовжній розріз тарілки;

на Фіг. 2 - вигляд А на Фіг. 1.

Тарілка масообмінного апарата містить горизонтальне полотно 1 з розбортованими вгору отворами 2 з утворенням газових патрубків 3 та спрямованих вгору співвісними з ними кільцевими виступами 4, на яких своїми основами 5 з прорізами та/або щілинами 6 зафіксовані ковпачки 7, над якими з можливістю взаємодії з ними встановлено перфороване горизонтальне полотно 8 (Фіг. 1, 2).

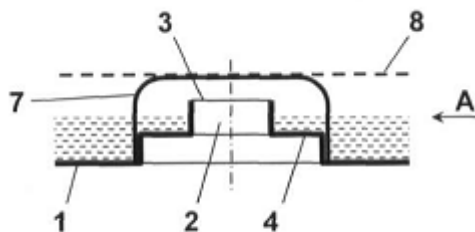
Тарілка працює в такий спосіб.

Під час роботи масообмінного апарата важка фаза рухається по горизонтальному полотну 1 тарілки, а легка - проходить крізь газові патрубки 3, кільцевий простір між ними й ковпачками 7, їхні вертикальні прорізи та/або щілини 6 і далі - крізь шар важкої фази, що рухається по горизонтальному полотні 1. Встановлене над ковпачками 7 перфороване горизонтальне полотно 8 затримує краплі важкої фази, що уносяться потоком легкої фази в напрямку верхньої тарілки (не показана), після чого затримані краплі поступово укрупнюються й повертаються в потік важкої фази, що рухається по горизонтальному полотну 1 тарілки, що істотно поліпшує умови масопередачі. Одночасно перфороване горизонтальне полотно 8 надійно фіксує всі ковпачки 7 на горизонтальному полотні 1, що підвищує надійність тарілки та апарата в цілому.

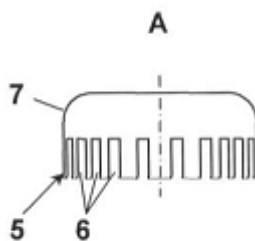
Пропонована корисна модель істотно поліпшує умови масопередачі на тарілці масообмінного апарата і полегшує монтаж і демонтаж ковпачків.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Тарілка масообмінного апарата, що містить горизонтальне полотно з розбортованими вгору отворами з утворенням газових патрубків та спрямованих вгору співвісними з ними кільцевими виступами, на яких своїми основами з прорізами та/або щілинами зафіксовані ковпачки, яка **відрізняється** тим, що над ковпачками з можливістю взаємодії з ними встановлено перфороване горизонтальне полотно.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601